BEITRÄGE ZUR KENNTNIS

DER

EXKRETIONSORGANE DER ISOPODEN

MIT 27 ABBILDUNGEN IM TEXT

INAUGURAL - DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

VORGELEGT

VON

AWETIK TER-POGHOSSIAN

AUS WARDABLUR (IN RUSSISCH-ARMENIEN)

LEIPZIG 1909

Angenommen von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Sektion auf Grund der Gutachten der Herren Chun und Pfeffer.

Leipzig, den 29. November 1907.

Der Procancellar.
Stieda.

Druck von Ehrhardt Karras, Halle a. S.

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn SIRAKAN TIGRANIAN

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546813_0003

Als ich im Wintersemester 1906/07 die Dofleinschen Tiefsee-Asseln von Japan zur Bearbeitung erhielt und mich mit der betreffenden Literatur näher beschäftigte, schien es wünschenswert, speziell die Exkretionsorgane dieser Krustaceengruppe, die ja in vergleichend-anatomischer Hinsicht in hohem Maſse interessant sind, zu untersuchen. An Andeutungen und kurzen Bemerkungen über diese Organe fehlt es nicht, aber eine zusammenhängende Behandlung des Stoffes, besonders eine etwas tiefergehende anatomisch-histologische Beschreibung ist noch nicht vorhanden. Es war darum der Wunsch meiner hochverehrten Lehrer, der Herren Prof. Chun und Prof. zur Strassen, daſs ich eine solche zu liefern versuche. Da mir jedoch nur eine kurze Zeit zur Verfügung stand, war ich nicht imstande die Arbeit erschöpfend zu gestalten. Ich hätte gern noch eine gröſsere Zahl der typischen Vertreter der verschiedenen Isopodenfamilien herangezogen, um eine möglichst lückenlose Untersuchung zu liefern. Immerhin scheint es nicht überflüssig zu sein, die Ergebnisse, zu denen ich gekommen bin, zu veröffentlichen; da es sich nicht nur um die Bestätigung der schon gemachten älteren Angaben, sondern auch um mancherlei Zusätze und neue Befunde handelt.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir *Asellus aquaticus*, *Platyarthrus Hoffmannseggii* (= *Typhloniscus Steini*), *Porcellio* und *Oniscus*.

Ich werde mit der Beschreibung des Exkretionsorgans von *Asellus aquaticus* beginnen und nachher zum Vergleich dasjenige der genannten Landformen heranziehen. Dies nicht nur deshalb, weil das Exkretionsorgan, die „Schalendrüse", bei dieser Form geradezu enorm grofs entwickelt und zuerst entdeckt worden ist, sondern auch deswegen, weil überhaupt ein Exkretionsorgan zuerst bei diesem Tier nachgewiesen wurde (ZENKER).

Historisches.

Bekanntlich hat ZENKER schon 1854 bei *Asellus aquaticus* auf ein eigentümliches „Absonderungsorgan" aufmerksam gemacht, „welches sich in beiden Geschlechtern findet und sich jederseits von etwa dem vierten Brustringe bis in das äufserste Ende des Schwanzes erstreckt".[1]) Durch seine mikro-chemischen Untersuchungen gelangt ZENKER zu folgenden Ergebnissen: „Mögen spätere Untersuchungen über die eigentliche Natur dieser Absonderung Aufschlufs geben, jedenfalls ist es eine einstweilen isoliert dastehende. Denn Niere ist doch ein Organ nicht zu nennen, das weder Harnstoff noch Harnsäure absondert". . .[2])

ZENKER gegenüber hat aber LEYDIG bereits im Jahre 1860 diesem „nierenartigen Absonderungsorgan" „die richtige Stellung" gegeben, indem er zeigte, „dafs es sich um Absetzung anorganischer Stoffe in die Substanz des Fettkörpers handle".[3]) Diese seine Ansicht hat LEYDIG[4]) später (1878) wiederholt, veranlafst dadurch, dafs O. SARS[5]) (1867), der ja die Anatomie von *Asellus aquaticus* monographisch dargestellt hat, bezüglich des Organs nur die ZENKERschen Angaben angeführt und diejenigen von LEYDIG völlig aufser acht gelassen hatte.

[1]) Zenker, Über *Asellus aquaticus*, in Archiv für Naturgeschichte, 1854 Bd. XX, S. 106.

[2]) Ebenda S. 107.

[3]) Leydig, Naturgeschichte der Daphniden, 1860, S. 27.

[4]) Leydig, Über Amphipoden und Isopoden, Zeitschrift für wiss. Zoologie. Supplement 1878, S. 266.

[5]) O. Sars, Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. 1. Livr. Les Malacostracés. Avec 10 pl. Christania, 1867. 4°

M. Weber[1]) (1881), der die Antennen- und Schalendrüsen der Krustaceen als Niere auffafst, sucht die Frage zu beantworten, wie sich in dieser Hinsicht die Krustaceen, die diese Drüse nicht besitzen, nämlich die Isopoden, verhalten. Auf Grund seiner Untersuchungen an *Asellus aquaticus* und *A. cavaticus* bestätigt er die Leydigsche Auffassung bezüglich des Ortes der Ablagerung der anorganischen Stoffe, indem er zugleich nachweist, „dafs die anorganischen Stoffe harnsaure Salze sind. Der Fettkörper ist mithin imstande als nierenartiges Organ zu funktionieren, indem er dem kreisenden Blute diese deletären Salze entnimmt und in seinem Gewebe aufspeichert".[2]) Die gleichen Ablagerungen hatte er auch bei *Trichoniscus* und bei anderen Onisciden wieder gefunden.

Erst im Jahre 1887 hat Claus[3]) die mächtig entwickelte Schalendrüse bei *Asellus aquaticus* entdeckt. Das Drüsensäckchen (= Endsäckchen Grobben) des Organs erscheint ihm „weit nach vorn gerückt", und daran schliefsen sich „die vielfach verschlungenen in engen Blutlacunen suspendierten Schleifengänge".[3]) Dieselbe Drüse hat er noch bei einigen anderen Isopoden gefunden.

Rosenstadt[4]) (1888) hat die in den Zenkerschen Drüsen enthaltenen Konkremente nach bekannten Methoden behandelt und die Murexidprobe bekommen. Aufserdem findet er an der Basis der äufseren Antennen ein kleines Drüsensäckchen, das er für die rudimentär gewordene Antennendrüse hält, und fügt einige Bemerkungen über die Schalendrüse von *Asellus aquaticus* hinzu, die er an der Basis der zweiten Maxille ausmünden läfst. Das Vorhandensein dieser Drüse bei *Porcellio, Idothea, Nesaea, Cymothoe* und *Jaera* hat er übrigens auch konstatiert.

---

[1]) M. Weber, Anatomisches über Trichonisciden, im Archiv für mikroskopische Anatomie, 1881, XIX, S. 609—610.

[2]) Ebenda S. 610.

[3]) Claus, Über *Apseudes Latreillii* Edw. und die Tanaiden, 1887, S. 53.

[4]) Rosenstadt, Beiträge zur Kenntnis der Organisation von *Asellus aquaticus* und verwandter Isopoden, im Biologischen Zentralblatt, 1888, VIII.

Němec[1]) (1896) hat die Zenkerschen Drüsen näher untersucht und meines Erachtens zuerst erkannt, dafs „dieselben von ungemein grofsen, gänzlich von Harnconcrementen gefüllten Zellen gebildet werden“,[2]) deren Plasma „fast gänzlich zurückgedrängt ist, deren Kerne aber zeitlebens erhalten bleiben“. Unter dem Basalgliede der zweiten Antenne hat er ein sackähnliches Gebilde, sowie einen soliden Zellhaufen beschrieben, die er für die Rudimente der Antennendrüse hält. Bezüglich der Schalendrüse erwähnt er ihre enorme Gröfse bei *Asellus* und bemerkt, dafs sie bei Onisciden entweder stark rückgebildet ist oder eine andere Funktion angenommen hat.

Schliefslich hat Vejdovský (1901) in einer ausgezeichneten Arbeit[3]) auf einen bisher übersehenen Trichterapparat in den Antennendrüsen einiger Gammariden und in Schalendrüsen zweier Isopoden (*Ligidium agile* und *Titanethes albus* aufmerksam gemacht, vermittelst dessen das End- oder Drüsensäckchen mit den Harnkanälchen kommuniert. Er sucht dort den Nachweis zu erbringen, dafs „das Harnkanälchen mit seinem bisher unbekannten Trichterapparate einzig und allein dem Nephridium der Annulaten entspricht“.[4])

Nach diesem historischen Rückblick gehe ich zur Beschreibung von *Asellus aquaticus* über.

Die Schalendrüse von *Asellus aquaticus*.

Bekanntlich fafst man als Exkretionsorgane der Krustaceen die unter dem Namen der Antennen- und Schalendrüse beschriebenen Gebilde auf, die wesentlich durch denselben Bau charakterisiert sind. Man nimmt weiterhin mit Recht an, dafs diese Organe den Nephridien der Annel-

---

[1]) Němec, Studie o Isopodech (mit deutschem Résumé) in: Sitzungsberichte der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem.-Naturw. Cl. 1896.

[2]) Ebenda, Deutsches Résumé, S. 45.

[3]) Vejdovský, Zur Morphologie der Antennen- und Schalendrüse der Crustaceen in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1901, Bd. 69.

[4]) Ebenda S. 378.

liden homolog sind und nur eine unwesentliche Modifikation der letzteren repräsentieren. Während das also im allgemeinen anerkannt worden war, schwankten, wie wir gesehen haben, die Ansichten der Forscher über die Exkretionsorgane der Isopoden hin und her. Man hat ihnen lange Zeit diese Organe abgesprochen, bis schliefslich, wie schon erwähnt, Claus[1]) (1887) auf das Vorhandensein und die enorme Gröfse der Schalendrüse bei *Asellus aquaticus* aufmerksam wurde. Der Fund einer Schalendrüse bei *Apseudes* veranlafste ihn, nach einer solchen auch bei anderen den Anisopoden verwandten Malakostrakengruppen, somit auch bei den Isopoden, Umschau zu halten. Bei diesen Tieren, soweit er sie zu vergleichen Gelegenheit hatte, hat er diese Drüse, obwohl in mehr reduzierter Gestalt und „überaus schwach" bei *Oniscus*, „aber genau an derselben Stelle und histologisch in gleicher Weise wie bei *Apseudes* gestaltet"[2]) gefunden, während sie bei der Wasserassel mächtige Entfaltung aufweist. Daher erscheint sein Erstaunen begreiflich, dafs ein so mächtig entwickeltes Organ des so vielfach untersuchten Tieres bislang unbekannt bleiben konnte. Ich hebe dies deshalb hervor, weil Rosenstadt in seinem bereits genannten Aufsatz, der ein Jahr nach der Clausschen Arbeit erschien, durch das Auffinden der Schalendrüse bei *Asellus* ebenfalls sehr überrascht ist, sodafs es den Anschein erwecken kann, als ob ihm die Entdeckung dieser Drüse zu verdanken sei; denn er hatte nur, nach seiner Angabe, „durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Hofrat Prof. Claus über das Vorhandensein einer Schalendrüse bei *Apseudes* erfahren".[3]) Es ist aber unerklärlich, dafs Claus ihm nur das Vorkommen dieser Drüse bei *Apseudes* mitgeteilt habe und nicht auch bei *Asellus;* aufserdem hat er ja auch die Clausschе Arbeit in seinen Untersuchungen berücksichtigt.[4]) Jedenfalls gebührt die Priorität in dieser Hinsicht Claus.

[1]) Claus, Über Apseudes Latreillii und die Tanaiden, S. 53.

[2]) Ebenda, S. 53.

[3]) Rosenstadt, Beiträge zur Kenntnis der Organisation von *Asellus aquaticus* etc., S. 461.

[4]) Ebenda, S. 455, Anmerkung 4.

Nach CLAUS „erscheint das Drüsensäckchen hier (bei *Asellus aquaticus*) weit nach vorn gerückt und wird in den ersten Querschnitten durch die vordere Kieferregion getroffen; dann folgen die vielfach verschlungenen in engen Blutlacunen suspendierten Schleifengänge“.[1]) Wenn auch die letztere Angabe richtig ist, so trifft es doch nicht für die erstere zu. Das Drüsensäckchen ist nämlich nicht weit nach vorn gerückt, sondern liegt in der Mitte der ganzen Drüse, von

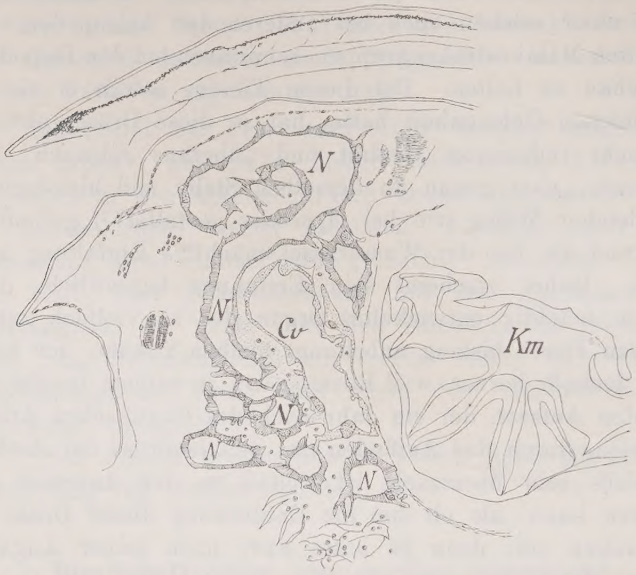

Fig. 1. Querschnitt durch die Region der Schalendrüse von *Asellus aquaticus*. Die Drüse mit Cölomsäckchen (*Cv*) und Nephridialwindungen (*N*). Km = Kaumagen.

deren Kanälchenwindungen vielfach umschlungen. Wahrscheinlich hat CLAUS hier das in der ersten Maxille liegende Rosettenorgan, von dem noch die Rede sein wird, für Drüsensäckchen gehalten, was leicht geschehen kann, wenn man eben nur nebenbei und flüchtig die Sache ansieht, wie es bei ihm der Fall gewesen ist. Die gewaltige Drüse liegt hier zu den beiden Seiten des Kaumagens. Sie steigt einerseits hoch hinauf bis zum dorsalen Chitinpanzer (Fig. 1),

[1]) Claus, Über Apseudes Latreillii Edw. und die Tanaiden, S. 53.

andererseits herab bis in die Basis der zweiten Maxille sowie der pedes maxillares (Fig. 2) und an die ventrale Hypodermisschicht. Entsprechend dehnt sie sich auch lateralwärts aus, wobei sie inzwischen eine gröfsere Zahl von Schleifengängen bildet.

Die ganze Drüse, ausgenommen deren kurzer Ausführungsgang, zerfällt in zwei, anatomisch wie histologisch wohl differenzierte Abschnitte: nämlich in das „Drüsen-

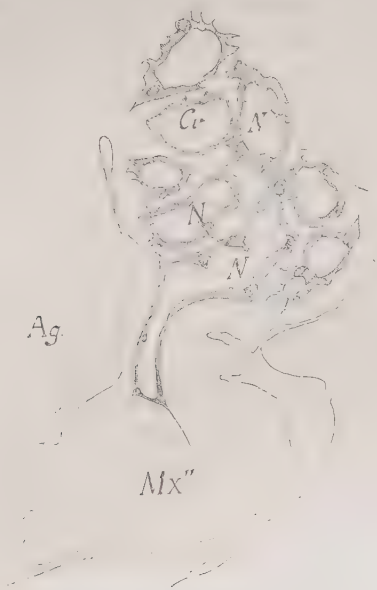

Fig. 2. Übergang des Nephridialsäckchens (*N*) zum Ausführungsgang (*Ag.*) in der Basis der zweiten Maxille (*Mx''*). *Asellus aquaticus* Längsschnitt.

säckchen“ (Claus, Rosenstadt), oder „Endsäckchen“ (Grobben, Němec), oder „Cölomsäckchen“ (Vejdovský) und in die „Harnkanälchen“ oder das „Nephridium“ (Vejdovský). Ich werde fortan die Bezeichnungen von Vejdovský anwenden, da ich seine Auffassung im ganzen für richtig halte.

Das Cölomsäckchen ist hier so grofs, dafs man es fast in allen Schnittserien der ganzen Drüse antrifft. Es besitzt ungefähr eine eiförmige Gestalt ohne irgendwelche seitlichen

Ausstülpungen. Wie schon bemerkt, liegt es in der Mitte seiner Nephridialwindungen, „beginnt ungefähr dort, wo der Pylorusapparat anfängt“ (Rosenstadt), und verstreicht annähernd dorsoventral. Die ganze Drüse hat ungefähr die Form eines Dreiecks.

Der auf das Cölomsäckchen folgende zweite Abschnitt, das Nephridium, erreicht eine ansehnliche Länge und windet sich in zahlreichen Schleifen um das Säckchen. Schliefslich tritt es mit seinen Schleifengängen in die zweite Maxille ein, geht dort in den kurzen Ausführungsgang, in den definitiven „Harnleiter“ über, um hier weit unten, an der Basis (gegen Rosenstadt) und seitlich von der Maxille, ein kleines „Harnbläschen“, zu bilden und endlich mit einer feinen Öffnung nach aufsen auszumünden. (Fig. 1—3.)

Die histologische Beschaffenheit dieser beiden Hauptabschnitte ist meist richtig erkannt worden und ähnelt, wie von vornherein erwartet werden konnte, derjenigen der Antennendrüse der Krustaceen.[1]) Auch hier besteht nämlich das Cölomsäckchen aus einem verhältnismäfsig flachem Epithel, „dessen Zellen kuppelförmig in das Innere des Säckchens vorgewölbt sind“ (Grobben). Das Cytoplasma ist körnig und im allgemeinen in seinem Aussehen viel heller, als dasjenige des Nephridiums. Die grobkörnigen Zellkerne sind meist oval, bisweilen auch kugelig oder langgestreckt. In den Kernen trifft man meist mehr als ein Kernkörperchen; von Zellgrenzen ist absolut nichts wahrzunehmen.

Der auf das Cölomsäckchen folgende Abschnitt, das Nephridium, hebt sich durch seine verdickten Wandungen mehr oder minder scharf von dem ersteren ab. Der Unterschied tritt am sinnfälligsten bei jugendlichen Individuen hervor; bei älteren verwischt es sich indessen häufig, insofern sowohl im Säckchen als auch im Nephridium die Epithelzellen sich abflachen. Das Cytoplasma des Epithels ist in Streifen angeordnet, die senkrecht zu der Längsachse des Kanals stehen, ein Verhalten, das schon lange den früheren

[1]) Grobben, Die Antennendrüse der Crustaceen, 1880. Vejdovský, Zur Morphologie der Antennen- und Schalendrüse der Crustaceen, Z. f. w. Z. 69. 1901.

Beobachtern von Antennendrüsen verschiedener Krustaceen bekannt gewesen ist. Insbesondere hebt auch Rosenstadt die Streifung an der Schalendrüse von *Asellus* hervor. Sie tritt indessen nicht immer scharf ausgeprägt auf. Ich habe bisweilen an einem und demselben Schnitte Fälle beobachtet, wo der Zellinhalt einiger Schleifengänge in Streifen angeordnet war, während bei anderen nichts davon zu sehen war. In diesen letzteren Fällen ist das Plasma grobkörnig. Die Zellkerne sind so grofs, dafs ein und derselbe Kern sich durch mehrere Schnitte verfolgen läfst. Sie besitzen keine

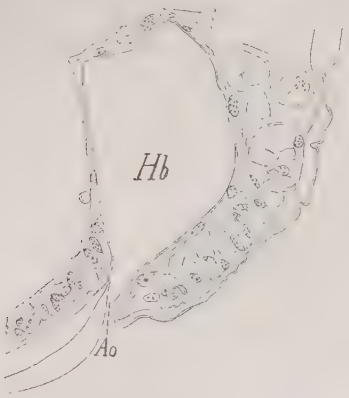

Fig. 3. Harnbläschen (*Hb*) mit Ausführungsöffnung (*Ao*). Längsschnitt durch die Maxille von *Asellus aquaticus*.

konstante Form; wenn sie auch meist oval sind, so gibt es doch nicht selten auch Kerne von unregelmäfsig gelappter Gestalt. Auch diese Kerne sind ganz grobkörnig und besitzen meist zwei, selten nur ein Kernkörperchen, die exzentrisch liegen.

Eine Alveolarschicht kommt den Zellen dieser Drüse nicht zu, dafür sind sie aber nach dem Lumen hin von einer ansehnlichen Cuticula überkleidet, die einer dichten „Wimperung“ sehr ähnelt. Besonders schön habe ich diese Cuticularwimperung bei einem jugendlichen Exemplar beobachtet, wo die ganze Drüse, auch das Cölomsäckchen, durch diese intensiv sich färbende „Wimperung“ ausgezeichnet war, (die Schnitte wurden mit Säurekarmin und Pikrinsäure gefärbt).

Wahrscheinlich persistiert diese Cuticularbildung nicht zeitlebens.

Aufserdem ist die ganze Drüse, Cölomsäckchen sowohl als auch Nephridium, noch dadurch charakterisiert, dafs sie einer strukturlosen zarten, vermutlich aber resistenten Basal- oder Stützmembran aufliegt. Wie Vejdovský sehr richtig bemerkt hat, „überzeugt man sich am genauesten von der Existenz dieser Basalmembran an Schnitten durch die Tiere, welche früher ziemlich lange im Alkohol lagen; ihre Gewebe sind mehr oder weniger macceriert, die Epithelzellen des Cölomsäckchens (auch des Nephridiums) trennen sich von der Basalmembran los und erscheinen in der Cölomhöhle als ungleich grofse, mit Kernen versehene Gebilde. Die Basalmembran bleibt aber unversehrt in ihrer ursprünglichen Lage".[1]) Dasselbe Verhalten habe ich auch an Schnitten beobachten können, die von frisch konservierten Tieren stammten, welche aber vorher nur einige Tage im Alkohol gelegen waren. Zur Befestigung der Drüse dienen die zahlreichen glänzenden, zähen Connektivfasern, die von verschiedenen Epithelzellen des Säckchens und des Nephridiums entsendet werden. Durch diese Fasern findet das Säckchen mit seinen Nephridialwindungen an dem umgebenden Gewebe und an der Hypodermis Halt; zugleich bewerkstelligen sie auch den Verband der Windungen untereinander.

Wie ich schon in der geschichtlichen Übersicht erwähnt habe, ist zuerst Prof. Vejdovský bei einigen Krustaceen auf einen eigentümlichen „Trichterapparat" der Antennen- und Schalendrüse aufmerksam geworden, der zwischen Cölomsäckchen und Nephridium auftritt und durch ein Ringmuskelbündel geschlossen werden kann. Nach seiner Meinung ist er dem Nephridialtrichter der Annelliden homolog. — Die Schalendrüse von Asellus zeigt gleichfalls einen solchen Apparat. Schon beim ersten Durchmustern meiner Schnittserien fielen mir bei mäfsigen Vergröfserungen die schönen grofsen, keil- oder zungenförmigen Zellen auf, die an der Verbindungsstelle zwischen Cölomsäckchen und

[1]) Vejdovský, Zur Morphologie der Antennen- und Schalendrüse der Crustaceen, Z. f. w. Z. 1901, Bd. 69, S. 379—380.

Nephridium auftraten. Ich vermutete, dafs es sich um eine bisher übersehene Klappenvorrichtung handele, überzeugte mich aber bald, dafs schon Vejdovský auf diese Bildungen hingewiesen hatte. Immerhin halte ich es nicht für überflüssig das mitzuteilen, was ich bei Isopoden über den „Trichterapparat" zu ermitteln vermochte.

Es ergab sich zunächst, dafs der Apparat bei allen von mir untersuchten Isopoden vorkommt. Die Cölomhöhle des Drüsensäckchens geht demnach nicht breit in das Lumen

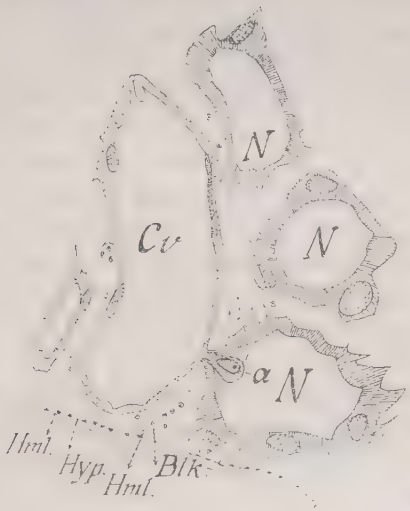

Fig. 4. Cölomsäckchen (*Cv*) und Nephridium (*N*) mit der 1. Trichterzelle (*a*). *Asellus aquaticus* Längsschnitt. *Hml.* = Haemolymphe mit *Blk.* = Blutkörperchen, *Hyp.* = Hypodermis.

des Nephridialkanälchens über, sondern es schalten sich zwischen beiden Abschnitten vier grofse kreuzweise gestellte Zellen ein, welche einen engen Kanal begrenzen. Die Zellen sind so grofs, dafs man sie bisweilen in zehn Schnitten von je 5 μ verfolgen kann. Indem ich auf einige Abbildungen von Sagittallängsschnitten von *Asellus* verweise (Fig. 4—6), bemerke ich, dafs hier der Apparat auf acht Schnitten getroffen wurde, von denen ich nur drei abgebildet habe. Der erste Schnitt (Fig. 4, auch der ihm vorangegangene, aber nicht dargestellte) veranschaulicht bei

mäfsiger Vergröfserung das Cölomsäckchen (*Cv*) und das Lumen des Anfangsteiles des Nephridiums (*N*). In der Einschnürung zwischen beiden Höhlungen liegt eine grofse, keilförmige Zelle (*a*), nämlich eine der vier Zellen des Apparates; an der rechten Seite dieser Zelle ist noch ein kleines Stückchen vom Leibe der zweiten Zelle getroffen. Die darauf folgenden Schnitte (Fig. 5—6) veranschaulichen den ganzen Apparat mit den übrigen drei Zellen (*b, c, d*) und dem Verbindungsgang. Die Abbildungen Fig. 5 und 7 veranschaulichen die enge Kommunikation zwischen Cölomsäckchen und Nephridialhöhlung. Man sieht hier die schönen, grofsen, keilförmigen, ihrer Länge nach äufserst fein gestreiften zwei Trichterzellen, (die zweite und dritte) (*b, c*), die mit ihren Stielen sich an die Wand des Cölomsackes haften, mit angeschwollenen breiten Enden in die Höhle des Nephridiums hineinragen und zwischen sich einen engen Verbindungsgang frei lassen. Auf dem folgenden Schnitt wiederholt sich dasselbe Bild, bis schliefslich auf Fig. 6 die vierte und letzte Trichterzelle (*d*), daneben noch ein Stückchen von der dritten, in ihrer ganzen Breite sich darstellt.

Alle vier Zellen, die, wie gesagt, tief in das Lumen des Nephridiums hineinragen, stehen in genetischem Zusammenhang mit dem Epithel des Cölomsäckchens, insofern sie in dieses übergehen.

Die Kerne der grofsen Trichterzellen sind oval, grobkörnig und weisen Kernkörperchen auf. Das Cytoplasma erscheint hell, vacuolenreich und äufserst fein längsgestreift, eine Eigentümlichkeit, die nur bei gut konservierten Objekten und an günstigen Schnitten wahrzunehmen ist. — Ich mufs noch hinzufügen, dafs auch das Cölomsäckchen in seiner gesamten Ausdehnung hier und da faserige Beschaffenheit zeigt, ein Verhalten, das lediglich an solchen Schnitten zum Vorschein kommt, die etwas längere Zeit in Alkohol aufbewahrt waren.

Die schon angeführten Abbildungen (Fig. 5 und besonders Fig. 7) weisen noch eine andere Eigentümlichkeit auf: man sieht nämlich, dafs hier die Trichterzellen anscheinend ein Ringmuskelbündel umgibt, das gerade bei der

letzten Abbildung (Fig. 7) in seiner ganzen Entfaltung getroffen ist. — Nun hat VEJDOVSKÝ bei allen seinen Untersuchungsobjekten dem Trichterapparat einen wohl-

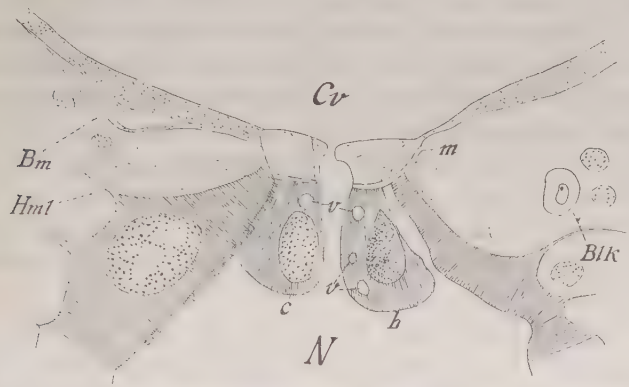

Fig. 5. Die Kommunikationsmündung zwischen Cölomsäckchen (*Cv*) und Nephridium (*N*) durch die Trichterzellen (*c*, *b*). *Bm* = Basalmembran. *m* = fraglicher Muskelring. *Asellus aquaticus*.

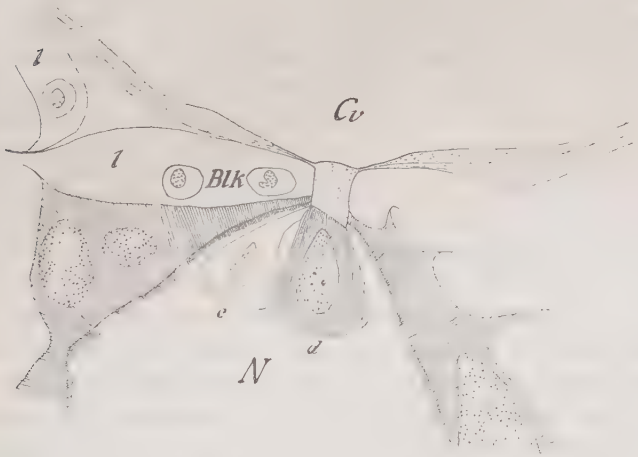

Fig. 6. Die 4. Trichterzelle (*d*) und ein Stück von der dritten (*c*). *Asellus aquaticus*.

entwickelten fibrillären Muskelring zugeschrieben; obwohl er zugibt, dafs es sehr schwierig ist, den sarkoplasmatischen Teil und den Kern der Muskelzelle nachzuweisen, glaubt er doch, wenigstens in zwei Fällen, diesen Kern nach-

gewiesen zu haben.[1]) Hierzu mufs ich jedoch bemerken, dafs es mir nie gelungen ist den Myoblast zu finden. Ich habe mich umsonst bemüht, ihn unter Anwendung der besten Systeme an tadellosen Schnittserien nachzuweisen. Der vermeintliche Muskelring ist überhaupt nicht in allen Fällen nachweisbar; die von mir gegebenen Abbildungen (Fig. 5 und 7) sind nach jenen Präparaten entworfen, welche ihn am deutlichsten zeigen. Es macht denn auch mehr den Eindruck, als ob der Ring eher eine homogene Substanz als ein fibrilläres Gebilde repräsentiere. Ich bin eher geneigt ihn für ein elastisches Band zu halten und werde noch darauf hinweisen, dafs er bei Landformen überhaupt fehlt.

Um indessen sicher zu gehen, zog ich eine der von Vejdovský untersuchten Formen zum Vergleich heran. Auf einigen mir freundlichst zur Verfügung gestellten Schnittserien von *Gammarus pulex*, die im Institute hergestellt wurden, hatte ich Gelegenheit, die Antennendrüse dieses Tieres zu studieren. Was die Zahl, die Gröfse, die histologischen Strukturverhältnisse und die Art der Mündung der Trichterzellen anlangt, so kann ich die Angaben von Vejdovský bestätigen. Bezüglich des Muskelringes mufs ich aber sagen, dafs ich ihn nicht so schön gesehen habe, wie seine Abbildungen veranschaulichen, allerdings mufs ich hervorheben, dafs die Tiere, nicht gut konserviert waren. Auf einem Schnitt traf ich ein Bild, das fast dasselbe Aussehen hatte, wie Fig. 14 bei Vejdovský. Die Zelle aber, die er als Myoblast (x) deutet, macht auf mich den Eindruck einer wahren Epithelzelle des Säckchens. Vejdovský bemerkt hierzu: . . . „da sie (= die Muskelzelle) im Verbande des Cölomepithels gelagert ist, so kann man sie füglich als eine modifizierte Epithelzelle des Cölomsäckchens auffassen. Die Differenzierung erfolgte hier in der Weise, dafs ein Teil der Zelle sich zu Muskelfibrillen umbildete, während der sarkoplasmatische, den Kern enthaltende Teil die Beschaffenheit der Epithelzelle

[1]) Vejdovský, Zur Morphologie etc., S. 383. Man vergleiche auch seine Fig. 1 und 14x.

behält". [1]) Ob diese Auffassung richtig ist, ist darum nicht so leicht zu sagen.

Was noch diesen Nephridialabschnitt bei *Asellus* anbetrifft, so sei noch hervorgehoben, dafs er eine ampullenartige Erweiterung seines vorderen Teiles aufweist, die an der Mündungsstelle halsförmig verengt wird.

Um nun die Beschreibung der Schalendrüse zum Abschluſs zu bringen, bleibt noch des Ausführungsganges im engeren Sinne Erwähnung zu tun. Das an der Basis

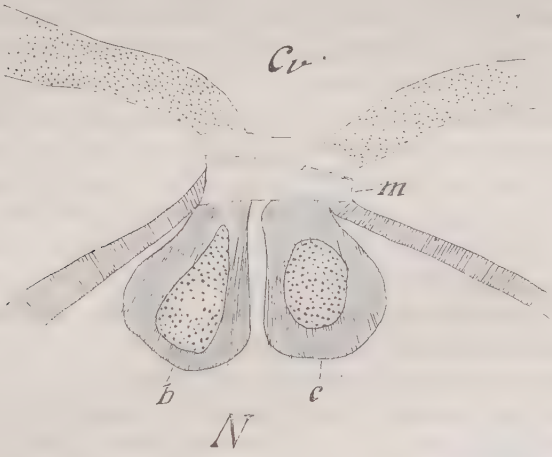

Fig. 7. Ein Längsschnitt durch den Trichterapparat, um den fraglichen Muskelring (*m*) zu veranschaulichen. *Asellus aquaticus.*

der Maxillen und Pedes maxillares in zahlreichen Schlingen gelegene Nephridium ragt mit seinen Windungen in die zweite Maxille hinein, und geht dort direkt in den engen Ausführungsgang („Harnleiter") über. Die Abbildung Fig. 2 vom Sagittallängsschnitt mag diese Verhältnisse veranschaulichen. Sie stellt gerade die Übergangsstelle der beiden Kanäle dar; man sieht den oberen dickwandigen Teil des Nephridialkanals mit groſsen unregelmäſsigen Zellkernen und daran anschlieſsend das mit ganz flachem Epithel ausgekleidete, mit kleinen Kernen versehene, nach dem unteren Teil der Maxille sich hinziehende Lumen des Ausführungs-

[1]) Vejdovský, Zur Morphologie etc. Z. f. w. Z., S. 383.

ganges. Der erwähnte strukturelle Unterschied zwischen beiden ist sehr deutlich. Auf den folgenden Schnitten sieht man in der Basis der zweiten Maxille den Rest des Cölomsäckchens und einige Lumina des Nephridialkanals, weit unten einen Querschnitt des Ausführungsganges. Verfolgt man diesen auf weiteren Schnitten, so trifft man auf einen bläschenförmig erweiterten Abschnitt (*Hb*) desselben, der im Knick der Maxille gelegen ist (Fig. 3). Endlich trifft man auf die feine Ausführungsöffnung (*Ao*), durch welche das „Harnbläschen" und somit die ganze Drüse nach aufsen ausmündet. Die histologische Struktur des Ausführungsganges stimmt so vollständig mit der der Hypodermis überein, dafs über seine hypodermale Herkunft keine Spur von Zweifel bestehen kann. Damit steht es auch im Einklang, dafs nach einer gelegentlichen Angabe von Němec „der Endteil des Ausführungsganges" der Schalendrüse von *Asellus* aus einer „Ektodermeinstülpung" zustande kommt. Diese Entstehungsweise läfst auch verständlich erscheinen, dafs das Endstück der Drüse auf der Innenseite von einer zarten Chitinhülle ausgekleidet wird, die eine direkte Fortsetzung des äufseren Chitinpanzers ist.

Was die Drüse im ganzen anbelangt, so wurde schon gesagt, dafs sie mit ihren zahlreichen Konnektivfasern, die von verschiedenen Epithelzellen ausgehen, in engen Blutlacunen suspendiert ist. Es sei hier noch ausdrücklich betont, dafs die Wandungen des Säckchens sowohl, wie des Nephridiums, direkt von Hämolymphe umspült werden. Fast in allen Abbildungen kann man hie und da zwischen den Wandungen des Säckchens und des Nephridiums Hämolymphe (*hml*) treffen, die bald als homogene, bald als körnige, schwach und diffus gefärbte Masse mit eingestreuten Blutkörperchen (*blk.*) sich bemerkbar macht. (Fig. 4—6.) Offenbar diffundiert hier das Blut durch den Zellbelag des Exkretionsorganes, das die stickstoffhaltigen Endprodukte ausscheidet und nach aufsen befördert.

Im Anschlufs an die Schalendrüse möchte ich noch einige Worte über die Antennendrüse von *Asellus* sagen.

Das Auffinden einer rudimentär gewordenen Antennendrüse bei *Apseudes* legte Claus die Vermutung nahe, dafs

eine solche auch bei den Isopoden vorkommen möge, weil „mit dem Auftreten dieser Ablagerungen (= Harnkonkretionen im Fettkörper bei *Asellus*) zwar die Rückbildung der Antennendrüse, aber keineswegs der völlige Schwund zu erwarten sei".[1]) Rosenstadt[2]) erwähnt ein rudimentär gewordenes Drüsensäckchen der Antenne, ohne es indessen abzubilden, während Némec (1895 und 96) 2 Abbildungen von dieser rudimentären Antennendrüse gibt. Er hält zuerst ein solides Zellhäufchen,[3]) das man an der Basis der zweiten Antenne antrifft, für das Rudiment, später aber merkwürdigerweise, „einen kleinen Sack, der histologisch sehr dem sogenannten Endsäckchen der Antennen- und Schalendrüse ähnelt".[4]) Vom Zellhaufen sagt er dann, dafs er „vielleicht auch noch zu der ehemaligen Antennendrüse gehört. Eventuell hat man es hier mit Hautdrüsen zu tun".[4])

Diese beiden Auffassungen können natürlich nicht gleichzeitig zutreffend sein. Als rudimentäres Organ dürfte wohl nur der „solide Zellhaufen" aufzufassen sein. Ich finde bei allen Individuen, jugendlichen sowohl wie älteren, auf Quer- und Längsschnitten durch die betreffende Region an der Basis der zweiten Antenne ein Häufchen von Zellkernen, die ohne bestimmte Anordnung einem Zellhaufen ohne Ausführungsgang angehören. Dieses Gebilde dürfte mit Rosenstadts „kleinem Drüsensäckchen" identisch sein und die rudimentär gewordene Antennendrüse darstellen. Die Gröfse des Rudimentes und der Zellkerne scheint variabel zu sein; man trifft Gebilde mit wenigen grofsen Kernen, aber auch solche mit vielen, aber kleinen Kernen (Fig. 8 *An Dr.*). In letzterem Falle scheint es, als ob das Rudiment noch eine Andeutung eines ehemaligen Ausführungsganges beibehalten hätte. Man gewahrt nämlich einen kleinen, halsartig verengten Abschnitt, der einem rudimentären Ausführungsgange ähnlich erscheint. — Um über diese Verhältnisse noch weitere Aufschlüsse zu

[1]) Claus, Über Apseudes etc., S. 49.

[2]) Rosenstadt, Beiträge zur Kenntnis der Organis. etc., S. 461.

[3]) Némec, Sitzungsberichte etc. Deutsch. Résumé. 95. Taf. II. Fig. 14. RA_2 = Rudiment Antennendrüse.

[4]) Némec, Sitzungsberichte etc. Deutsch. Résumé. 1896. S. 46. Fig. 25. KV.

erhalten, habe ich aus dem Brutraume herausgenommene Junge untersucht. Ich vermochte indessen dort, wo man später das Rudiment antrifft, nur einige Zellen zu konstatieren, die keine weiteren Aufschlüsse boten.

Die Beobachtung von Némec bezüglich eines kleinen Sackes, der dem Endsäckchen der Antennen- und der Schalendrüse ähneln soll, vermag ich nicht zu bestätigen. In der Tat findet man unterhalb des beschriebenen Zellhäufchens und weiter nach hinten zu verschiedene grofskernige Zellen, die aber niemals ein solches Säckchen

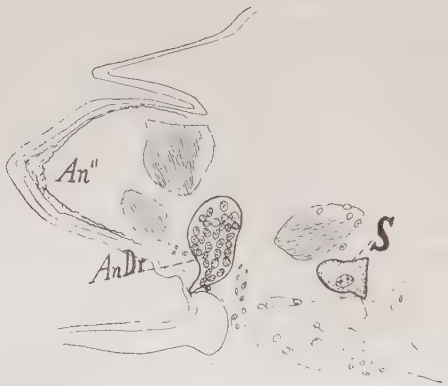

Fig. 8. Sagittalschnitt durch die Antenne (*An''*) von *Asellus aquaticus*, an deren Basis die rudimentar gewordene Antennendrüse (*An Dr*), *S* = Némécs vermeintliche Drüsensäckchen.

darstellen, wie es Némec abgebildet hat. Nach seiner Abbildung liegt ein einzelner Kern an der Wandung des Gebildes. Ich habe jedoch stets in seiner Mitte mehrere Kerne vorgefunden. Die nähere Untersuchung, vor allem der Vergleich der verschiedenen Schnittserien lehrt, dafs man es hier mit Gewebszellen zu tun hat, die in identischer Form auch an anderen Stellen des Körpers vorkommen.

Bei den von mir untersuchten Landformen ist die Antennendrüse spurlos geschwunden; an der Basis der Antennen trifft man nur rosettenförmige Hautdrüsen, von denen noch die Rede sein wird.

Die Schalendrüse von *Platyarthrus Hoffmannseggii, Porcellio und Oniscus.*

Unsere Kenntnisse über die Schalendrüse der Landisopoden sind äufserst lückenhaft. Man hatte blofs die Drüse in „reduzierter Gestalt“ bei einigen Formen konstatiert (Claus, Rosenstadt) und „überaus schwach“ entwickelt bei *Oniscus* gefunden (Claus), Vejdovský hat in seiner vielfach erwähnten Arbeit die Drüsen von *Ligidium agile* und *Titanethes albus,* leider aber nur mit Rücksicht auf den „Trichterapparat“ besprochen. Etwas näher befafst sich mit ihnen Némec, von dem die ausführlichsten Angaben über das Organ herrühren. Über die Oniscineen, die mich in erster Linie interessierten, äufsert er sich in seinem deutschen Résumé folgendermafsen: „Bei Oniscineen ist die Schalendrüse schwach entwickelt. Bei *Platyarthrus* scheint dieselbe überhaupt eines Ausführungsganges zu entbehren. Sie stellt hier einen weiten Kanal vor, der öfters von einem granulierten Sekret gefüllt wird (Fig. 40). Er ist in einige Windungen unter dem Kaumagen zusammengedrückt. Ein ähnliches Verhalten zeigt die homologe Drüse bei Porcellio. Das Epithelplasma des Drüsensackes ist in zwei Schichten differenziert. Die untere ist fein granuliert, in sie kommen auch alle Kerne zu liegen (Fig. 41 *gr.*), die innere ist glänzend und gestreift. Der Ausführungsgang der besprochenen Drüse ist bei Porcellio verhältnismäfsig lang und von einer chitinösen Intima ausgekleidet (Fig. 29). Dieselbe wird bei der Häutung abgeworfen und durch eine neugebildete ersetzt“.[1])

Auf Grund meiner Untersuchungen glaube ich annehmen zu dürfen, dafs Némec den richtigen Sachverhalt nicht erkannt hat, insofern er das „End-, Drüsen- oder Cölomsäckchen“, wie man es nennt, ganz übersah und dadurch zu falschen Vorstellungen gekommen ist. Die genauere Untersuchung lehrt nämlich, dafs bei den von ihm erwähnten Formen (*Platyarthrus* und *Porcellio*), auch bei *Oniscus*, die Drüse nicht lediglich „einen weiten Kanal“ darstellt, sondern

[1]) Némec, Studie o Isopodech, in: Sitzungsberichte d. K. B. Ges. etc. 1896. Deutsches Résumé, S. 47.

noch das Cölomsäckchen besitzt, welches seinerseits auch die charakteristischen nach dem Lumen hin „kuppelförmig vorgewölbten" Epithelzellen aufweist. Ferner ist der eigentümliche Trichterapparat mit seinen vier Zellen auch hier nachweisbar. Das Nephridium oder Harnkanälchen zeigt in seinem Anfangsteile eine mächtige ampullenförmige Erweiterung, verengt sich dann gegen sein distales Ende, um in den Ausführungsgang überzugehen und nach aufsen auszumünden. Dieses Verhalten kehrt bei allen drei Formen gleichmäfsig wieder.

Allerdings handelt es sich hier um eine starke Rückbildung der ganzen Drüse, die bei allen drei Formen in ein und derselben typischen Weise stattgefunden hat. Von einer Rückbildung kann indessen nur insofern die Rede sein, als die Drüse nicht in jener mächtigen Entfaltung auftritt, die wir bei *Asellus* konstatierten, und die auch für *Ligidium* (Němec, Vejdovský) gilt. Trotz dieser Rückbildung lassen sich alle für die Schalendrüse typischen Abschnitte nachweisen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen wende ich mich zur speziellen Schilderung der Schalendrüse bei den einzelnen Arten. Zunächst sei der Drüse von *Platyarthrus Hoffmannseggii* gedacht.

Die Schalendrüse (Fig. 9—11) liegt unter dem Kaumagen. Der Nephridialkanal (*N*) geht von dem in der Mitte der Drüse liegenden Cölomsäckchen aus und steigt dorsalwärts bis zum Kaumagen auf. Dort macht er eine Windung, um hinter dem Cölomsäckchen ventralwärts bis an die Basis der Maxillipeden und der zweiten Maxillen zu verstreichen. Indem er in die letzteren eindringt, geht er dort in den eigentlichen hypodermalen Ausführungsgang über, der nach einem kurzen Verlaufe, ohne ein „Harnbläschen" zu bilden, nach aufsen ausmündet. Die nach den Sagittalschnitten reproduzierten Abbildungen, Fig. 9—11 mögen das Gesagte veranschaulichen. Fig. 9—10 stellen den aufsteigenden Ast des von dem Cölomsäckchen (*Cv*) ausgehenden weiten Kanals (*N*) dar, während Fig. 11 eine schematische Reproduktion der ganzen Drüse mit ihrem Ausführungsgang gibt. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dafs Němec nicht im

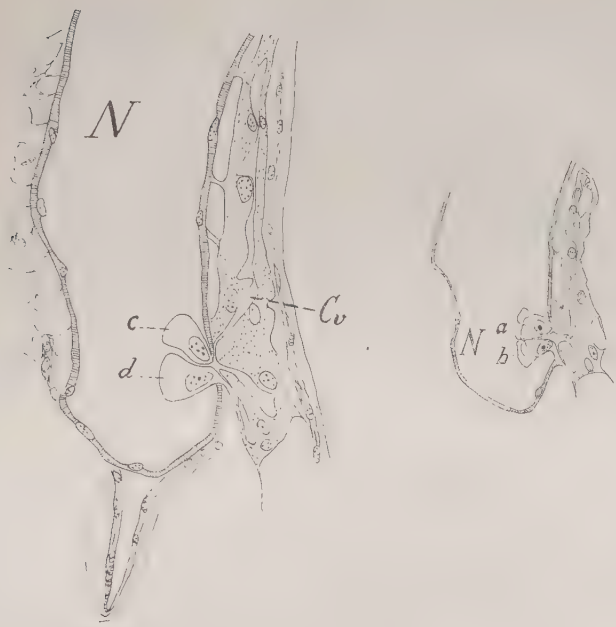

Fig. 9 und 10. Längsschnitte durch den Trichterapparat der Schalendrüse von *Platyarthrus Hoffmannseggii*.

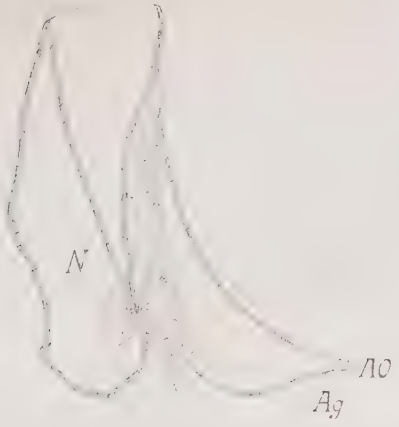

Fig. 11. Schema der Schalendrüse von *Platyarthrus* mit Ausführungsgang (*Ag*) und Ausführungsöffnung (*AO*).

Rechte ist, wenn er der Drüse einen Ausführungsgang abspricht. Allerdings ist er äufserst schwer nachweisbar, weil er einerseits stark verengt ist und andererseits fast immer von Exkreten erfüllt erscheint. Auf meinen zahlreichen Schnitten, habe ich nur bei einem Exemplar den Gang klar nachweisen können. Der Nephridialkanal hat, wie man sehr leicht aus den betreffenden Abbildungen ersehen kann, an seiner Länge sehr eingebüfst, indem er stark verkürzt, nur eine einzige Windung macht, dafür aber hat er an Breite bedeutend zugenommen. Das Cölomsäckchen ist bis auf ein kleines ovales Säckchen mit geringem Lumen reduziert worden, welches nur auf wenigen Schnitten anzutreffen ist. Die zarte, aber resistente Basalmembran, auf der die ganze Drüse sitzt, ist jedoch auch hier vorhanden, desgleichen die Konnektivfasern, die der Befestigung dienen.

Was die Histologie der Drüse anbelangt, so ergeben sich keine auffälligen Abweichungen vom normalen Verhalten. Das Cölomsäckchen ist im Gegensatze zu demjenigen von *Asellus* von einem verhältnismäfsig hohen Epithel ausgekleidet, dessen Zellen sich kuppelförmig nach dem Lumen hin vorwölben. Das Cytoplasma scheint hier, was bei *Asellus* nicht der Fall war, vacuolisiert zu sein; in den Zellen sind gelbbraune Konkretionen nachweisbar. Die Zellkerne selbst sind ziemlich grofs, viel gröfser als diejenigen des Nephridiums und meist kugelig oder auch oval gestaltet. (Fig. 9—10).

Im Gegensatz zum Cölomsäckchen wird der Nephridialkanal von äufserst flachen und lockeren Epithelzellen begrenzt, sodafs seine Wandungen im Verhältnis zu denjenigen des Säckchens ganz dünn erscheinen. Der Zellinhalt ist hier in glänzenden Streifen oder Strängen angeordnet; die Zellkerne sind meist oval und in die Länge gezogen. Der ampullenartig erweiterte Vorderteil des Nephridiums zeigt bei seinem Übergang in das Cölomsäckchen eine halsförmige Verengerung.

An der Übergangsstelle ist trotz der „Rückbildung“ der Drüse deutlich ein Trichterapparat nachweisbar, welcher schon bei mäfsigen Vergröfserungen ins Auge fällt. Die zwei Abbildungen Fig. 9—10 stellen zwei unmittelbar auf-

einander folgende Sagittallängsschnitte durch die betreffende Region dar. Die erste Abbildung (Fig. 9) veranschaulicht die enge Kommunikationsmündung zwischen der Cölomhöhlung (*Cv*) und derjenigen des weiten Nephridiums (*N*), und zwar zwischen den zwei ersten Trichterzellen (*a* und *b*), die in ihrer vollen Größe zu sehen sind. Fig. 10 zeigt dann die beiden andern Zellen (*c* und *d*). Diese Trichterzellen sind also große, zungen- oder keilförmige, mit großen ovalen Kernen ausgestattete Zellen, die mit ihren

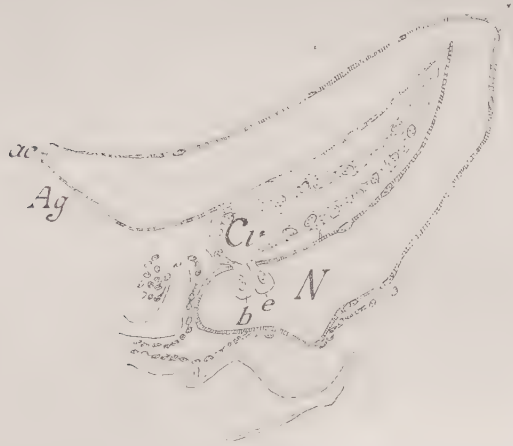

Fig. 12. Schema der Schalendrüse von *Porcellio* mit Cölomsäckchen (*Cv*), Trichter (*b, e*), Nephridium (*N*), Ausführungsgang (*Ag*) und Ausführungsöffnung (*ac*).

mächtig angeschwollenen Enden in die Höhlung des Harnkanals hineinragen. Ihr verjüngter Abschnitt lehnt sich an das Epithel des Cölomsäckchens an. Offenbar stellen die Trichterzellen modifizierte Epithelzellen des Cölomsäckchens dar, mit denen sie auch das gleiche Verhalten gegen Tinktionsmittel teilen. Vier an der Zahl, setzen sie den Apparat zusammen und stellen die enge Kommunikationsmündung her. Sie dienen hier offenbar als eine Klappenvorrichtung, die den Übertritt der Exkrete vom Nephridium in das Cölomsäckchen verhindern soll.

Einen Muskelring an den Trichterzellen vermochte ich auch nicht andeutungsweise zu konstatieren.

Mit dem hier geschilderten Verhalten stimmen die homologen Drüsen bei *Porcellio* und *Oniscus* so völlig überein, dafs ich mit dem Hinweis auf die Abbildungen Fig. 12—16 beginne.

Die Abbildung Fig. 12 stellt schematisch die ganze Drüse von *Porcellio*, das Cölomsäckchen (*Cv*) mit seinen dichten Epithelzellen und den Nephridialkanal mit dem Ausführungsgange dar. Auf den anderen Abbildungen sieht man schon die Trichterzellen.

Die Verhältnisse von *Oniscus* veranschaulicht Fig. 16. Man bemerkt hier aufser dem angeschnittenen Cölomsäckchen den ersten durch ein weites Lumen charakterisierten Nephridialabschnitt (*Na*) und weiterhin den zweiten etwas engeren Teil des Kanals (*Nb*), der zum Ausführungsgange hinleitet. Stellt man sich diesen Teil des Nephridiums mit seinem ersten Abschnitte unter dem Kaumagen verbunden vor, so hat man hier die ganze Drüse von *Oniscus* in seitlicher Ansicht vor sich.

In ihrer histologischen Beschaffenheit stimmen die Drüsen mit derjenigen von *Platyarthrus* überein. Das ovale dorsoventral gestellte Cölomsäckchen zeigt dieselben hohen, aber noch dichteren Epithelzellen, die sich recht auffällig kuppelförmig nach dem Lumen hin vorwölben. Das Cytoplasma des Cölomsäckchens von *Porcellio* und *Oniscus* läfst bei der Behandlung mit Säurekarmin und Pikrinsäure eine ganz schwache bräunliche Färbung erkennen. Die verhältnismäfsig grofsen Kerne zeigen insofern Verschiedenheiten, als sie bei *Porcellio* einfach kugelig oder oval gestaltet sind, während sie bei *Oniscus* unregelmäfsige Konturen aufweisen. Sie erscheinen als intensiv gefärbte, gekörnte Klümpchen mit unbestimmten Umrissen, mit stumpfen pseudopodienartigen Läppchen sowohl, wie auch mit spitzen Cortikalfortsätzen ausgestattet (Fig. 13—18).

Der Unterschied erstreckt sich auch auf die Epithelzellen des Nephridiums. Dafs sie ganz flache Epithelzellen sind, wurde bereits angedeutet. Bei *Porcellio* sind wiederum die Zellkerne oval oder in die Länge gezogen, während sie bei *Oniscus* unregelmäfsige Gestalt aufweisen und sich in Fortsätze ausziehen, die oft bis zur Basalmembran reichen.

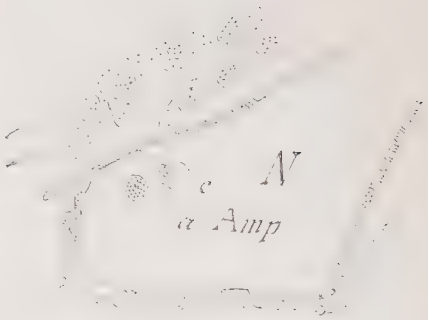

Fig. 13.

Fig. 14.

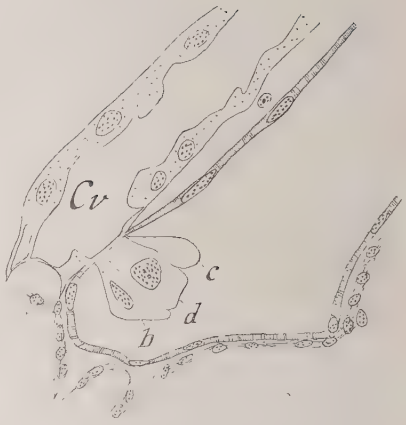

Fig. 15.

Drei aufeinander folgende Sagittallängsschnitte durch den Trichterapparat von *Porcellio*. Vier Trichterzellen (*a*—*d*) und Ampulle (*Amp.*) des Nephridiums (*N*).

Aufserdem weist das Cytoplasma des Kanals bei der letzteren Form eine ziemliche Netzstruktur auf. Die Längsstreifung des Epithelplasmas des Nephridialkanals von *Porcellio* ist dagegen sehr schwer nachweisbar.

Nach Němec ist bei *Porcellio* „das Epithelplasma des Drüsensackes“ (= der ganzen Drüse) in zwei Schichten, nämlich in eine untere fein granulierte und in eine innere glänzende und gestreifte, gesondert. Was nun die innere „glänzende“ und „gestreifte“ Schicht anbelangt, so ergibt die Untersuchung Folgendes. Schon bei mäfsigen Vergröfserungen nimmt man bei allen drei Formen im Inneren des Nephridiums, unter dem Ephitel, eine verhältnismäfsig dicke, aber helle Schicht wahr, die manchmal gestreift ist, meist aber als eine homogene Lage sich erweist. Sie ist hie und da unterbrochen und ragt stellenweise lappenartig oder gar fadenförmig in das Nephridiallumen hinein. Dafs diese zähe Substanz keine differenzierte „gestreifte“ Schicht des Epithelplasmas ist, ist klar. Allem Anschein nach ist diese Bildung als eine Cuticularschicht aufzufassen und vielleicht „hat man es hier mit einer durch die Fixierungsmittel erhärteten Flüssigkeit zu tun, welche sich im Leben mit den eigentlichen aus der Hämolymphe ausgeschiedenen Uraten vermischt“.[1])

Was den Trichterapparat anbetrifft, so wird er auch hier durch die charakteristischen vier Zellen repräsentiert. Die Abbildungen Fig. 13—15 von *Porcellio* und Fig. 17—18 von *Oniscus* veranschaulichen den Apparat bei stärkeren Vergröfserungen nach Sagittallängsschnitten.

In Fig. 13 (*Porcellio*) ist die erste (*a*) schon bei mäfsigen Vergröfserungen sehr auffällige grofse Trichterzelle in voller Gestalt getroffen; rechts von ihr sieht man noch die Hälfte der anderen Zelle (*c*). Die folgende Fig. 14 zeigt die anderen zwei Zellen (*b*, *c*) mit der Kommunikation zwischen Cölom (*Cr*) und Nephridialhöhle (*N*). Endlich bemerkt man auf Fig. 15 in der Mitte die vierte Zelle (*d*), rechts und links davon die Reste der zweiten und dritten Trichterzelle (*b*, *c*). Alle vier Zellen sind grofs und ragen keil- oder zungenförmig gestaltet in die Nephridialhöhle.

[1]) Vejdovský, Zur Morphologie etc. S. 386. in Z. f. w. Z. 69. 1901.

Wesentlich dieselben Verhältnisse kommen auch dem Trichterapparate von *Oniscus* zu, nur dafs die Zellen hier stärker angeschwollen sind. In der Abbildung Fig. 17 ist

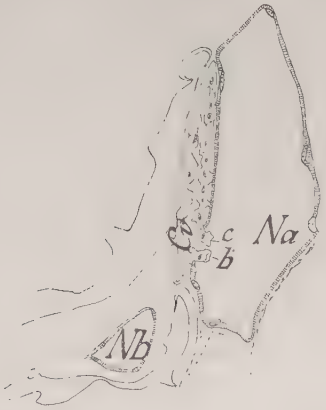

Fig. 16. Längsschnitt durch die Schalendrüse von *Oniscus*. Cölomsäckchen (*Cv*), Trichterzelle (*b*, *c*), Anfangsteil (*Na*) und Endteil (*Nb*) des Nephridiums.

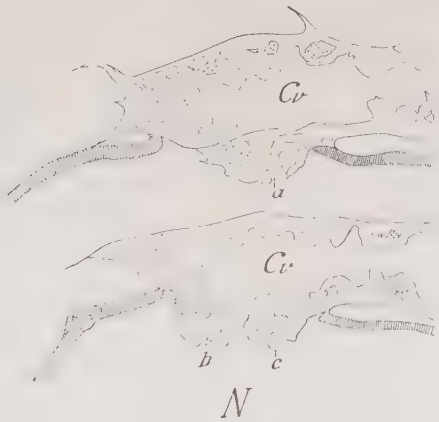

Fig. 17 und 18. Zwei aufeinander folgende Längsschnitte durch den Trichterapparat der Schalendrüse von *Oniscus*. *a*—*c* = erste bis dritte Trichterzelle mit weiter Kommunikationsöffnung.

die erste ziemlich breite Zelle dargestellt und Fig. 18 veranschaulicht die breite Kommunikation zwischen beiden Hohlräumen nebst den beiden anderen Zellen. Mit ihrem an-

geschwollenen Körper ragen sie in die Kanalhöhle hinein und mit ihren stiel- oder halsartigen Enden finden sie Anlehnung an die Zellen der Cölomwandungen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dafs ein Muskelring für den Trichterapparat auch hier nicht vorhanden ist. Die Schnitte durch diese Region sind so schön und klar, dafs man ihn ohne weiteres hätte finden müssen, falls ein solcher überhaupt existierte.

Dafs die Trichterzellen aber eine bestimmte und wichtige Funktion ausgeübt haben und noch ausüben, darüber kann wohl kein Zweifel sein. Ein funktionsloses Gebilde könnte doch unmöglich eine so lange Zeit, während welcher die ganze Drüse bei diesen drei Landformen eine bedeutende Rückbildung erfahren hat, auf derselben Stufe der ehemaligen Ausbildung verblieben sein. Offenbar fungieren auch hier die Zellen als eine Art Klappenvorrichtung. Man trifft nämlich sehr oft das Lumen des Kanals mit Exkreten erfüllt, dasjenige des Cölomsäckchens dagegen frei von ihnen.

Fassen wir das über die Schalendrüse Erwähnte zusammen, so können wir als sicher annehmen, dafs alle Isopoden die Drüse noch besitzen. Meine Untersuchungen haben ergeben, dafs ihre einzelnen Teile bei den verschiedenen Arten eine weitgehende Übereinstimmung zeigen. Wenn sie auch bei den Landformen offenbar eine Rückbildung erfahren hat, so lassen sich doch alle Abschnitte nachweisen, welche bei Asellus — wenn auch enorm entwickelt, ausgebildet sind. Der „Trichterapparat" ist ein nie fehlender Bestandteil derselben.

Aus alledem geht weiterhin hervor, dafs die Schalendrüse der Isopoden, wie auch Vejdovský schon betont hat, genau nach demselben Typus wie die Antennendrüse der übrigen Krustaceen gebaut ist. Zwischen der Schalendrüse der Isopoden und der Antennendrüse der Gammariden besteht, wie ich mich selber überzeugt habe, nur insofern ein Unterschied, als der Nephridialkanal der Schalendrüse der Isopoden jener grofsen „Drüsenzellen" entbehrt, die für das Nephridium der ersteren so charakteristisch sind.

Anmerkung. Aufser den für die Krustaceen so typischen Antennen- und Schalendrüsen, hat Němec in seiner Arbeit (Studie o

Isopodech) bei verschiedenen Oniscodeen in den letzten Abdominalsegmenten unpaare und paarige Säcke oder Schläuche geschildert, denen er eine exkretorische Funktion zuschreibt. Letzteres wesentlich aus dem Grunde, weil hier „die alten, von primitiveren Artikulaten herstammenden Exkretionsorgane ... in sichtlichem Rückgang begriffen sind", oder nach ihm durch Funktionswechsel „in näheres Verhältnis zur Nahrungsaufnahme" getreten sein sollen. Solche Säcke oder Schläuche habe ich auch angetroffen. Wenn ich auf sie nicht eingehe, so geschieht dies deshalb, weil ich die Némécschen anatomischen Angaben für richtig und eine abermalige Beschreibung für überflüssig halte. Ob freilich diese Gebilde als Exkretionsorgane funktionieren, ist sehr schwer zu sagen. Die Schalendrüse mit all ihren charakteristischen Abschnitten ist, wie wir sahen, noch vorhanden und der ihr zum Dienste der Nahrungsaufnahme zugeschriebene Funktionswechsel ist wohl nicht anzunehmen, zumal die Tiere, wie wir noch sehen werden, sehr reich an Organen sind, die allgemein als „Speicheldrüsen" anerkannt worden sind. Nähere Aufschlüsse über die Frage nach der Funktion der „Schläuche" können meines Erachtens erst tiefergreifende Untersuchungen, entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen und vor allem daraufhin angestellte Experimente liefern.

Über die Hautdrüsen.

Unter diesem Namen sind seit jeher verschiedenartige ein- und vielzellige Drüsen beschrieben worden, von denen einige typische Arten auch den Isopoden zukommen.

Die älteste Angabe über hierher gehörige einzellige Drüsen rührt von Lereboullet[1]) her. Die Tatsache, dafs die Landisopoden beim Berühren aus ihren Appendices und aus den Epimerenplatten der hinteren Körperregion ein fadenziehendes Sekret austreten lassen, gab ihm Veranlassung, nach dem Sitze dieser Erscheinung zu forschen. Er entdeckte Drüsen, die er folgendermafsen beschreibt: „Ce sont de petites glandes composées, situées à l'origine du premier article des appendices caudaux, dans la partie la plus reculée de la cavité abdominale sur les côtés du rectum".[2]) Die Drüse hatte er bei *Oniscus*, *Porcellio* und *Armadillo* gefunden, aber über ihren eigentlichen Bau, den

[1]) Lereboullet, Mémoire sur les crustacés de la Famille des Cloport. 1853.

[2]) Ebenda, S. 106. Auch Weber, Anat. über Trichonisc. in: Archiv für mikroskopische Anatomie. 1881. S. 602.

Verlauf der Ausführungsgänge und ihre Ausmündung vermochte er keine klare Anschauung zu gewinnen.

Weber[1]) kommt dem Ziele näher durch seine eingehenden Untersuchungen an Trichonisciden und den zum Vergleich herangezogenen Gattungen *Ligia, Philoscia* und *Porcellio.* Er erweitert unsere Kenntnisse über die Verbreitung der Drüsen durch folgende Darlegungen: „In Frage stehende einzelligen Drüsen finden sich, in mehr oder weniger dichten Haufen angeordnet, zunächst in beiden „Schwanzgriffeln" und in dem Basalstück derselben, ferner in sämtlichen Segmenten des Pleon und im siebenten, sechsten und wie es scheint, auch konstant im fünften des Pereion". Aus diesen dichtgelagerten Drüsen gehen „lange Ausführungsgänge zum Seitenrand und Unterrand der Epimerenplatte der genannten Segmente" hervor, die hier „die Chitindecke in Gestalt eines feinen Kanales durchbohren und auf diesem Wege nach aufsen münden".[2]) Die Drüsen selbst sind für ihn nahezu kugelige Gebilde, die wie eine Beere auf dem Stiele, dem langen zylindrischen Ausführungsgange aufsitzen" . . . „Durch Einschnürungen ist zunächst die ganze Drüse in drei bis vier Hauptlappen zerlegt. Doch gehen, fügt er hinzu, — und ich möchte hierauf die Aufmerksamkeit besonders lenken — diese Einschnürungen niemals tief; erreichen in keinem Falle auch nur die fernere Umgebung des Anfanges des Ausführungsganges". Die traubig-gelappte Drüse besitzt nach ihm nur einen einzigen Kern. Der Ausführungsgang selber verzweigt sich baumförmig im Zellplasma in „engere oder weitere Spalten der feinsten Art", die nichts anderes, als „eben nur Spalten im Plasma" sind, deren protoplasmatische Wand erhärtet sein soll. Eine Cuticularbildung fängt erst mit dem Ausführungsgange an; den demselben konstant anliegenden Kern betrachtet er als dem umgebenden Bindegewebe angehörig.[3])

[1]) Weber, Anatomisches über Trichonisc. in: Archiv für mikroskopische Anatomie. 602—603.

[2]) Ebenda, S. 603.

[3]) Ebenda, S. 604—606.

Ohne die Arbeit von Weber zu kennen, veröffentlichte Huet einige Monate später (1882) einen kleinen Aufsatz[1]), in dem er bei einigen Landisopoden in jedem Segment ähnliche Drüsen beschreibt und sie als echte Segmentalorgane betrachtet, welche mit denjenigen der Annulaten homolog sein sollen. Von Weber selbst auf dessen Arbeit aufmerksam gemacht, nimmt er aber seine irrige Auffassung zurück, und erweitert in einer ausführlichen Arbeit[2]) (1883) seine früheren Angaben. Auch für ihn ist die Drüse oberflächlich eingeschnürt, sie besitzt aber stets zwei Kerne. Der Ausführungsgang öffnet sich frei nach aufsen. Über die von Weber angenommenen „Spalten" im Plasma äufsert er sich nicht. Den dem Kanal anliegenden Kern schreibt er der Kanal- oder Drüsenzelle zu.

Manille Ide (1891) endlich hat in einer sorgfältigen Arbeit[3]) die Hautdrüsenverhältnisse in neuem Lichte dargestellt. Er untersuchte *Oniscus asellus* und konstatiert, dafs die Drüsen die Urostylen durchsetzen, bis zur Höhe des vorletzten Abdominalsegmentes reichen und alle ihre Ausführungsgänge gegen die Cuticula des Urostyles hin entsenden (man vergleiche seine Fig. 7), und zwar in der Weise, dafs die am weitesten entfernten Drüsen seitlich an dem Basalgliede des Urostyls ausmünden, die im Urostyl selbst gelegenen dagegen an dem Seitenrande seines Endgliedes. Seine Auffassung über die Drüsen resumiert er folgendermafsen: . . . „une cellule glandulaire formée d'une masse centrale plus ou moins divisée et lobée, reliée à l'extérieur par une portion tubiforme, englobant au moins quatre noyaux, creusée d'un véritable arbre de canaux cuticulaires: telle est, dans ses grandes lignes, la constitution de chacune des glandes de l'urostyle du cloporte".[4])

[1]) Huet, Sur l'existence d'organes segmentaires chez certains crustacés isopodes. in: C. R. de l'Ac. des sc. 1882.

[2]) Huet, Nouvelles recherches sur les crust. Isop. in: Journal de l'Anat. et de la Phys. 1883.

[3]) Ide, Glandes cutanées à canaux intracellulaires chez les crust. Edriopht. 1891.

[4]) Ebendaselbst, S. 12—13.

Aufser diesen einzelligen Drüsen sind die Isopoden noch im Besitze von vielzelligen, sogenannten Rosettendrüsen. Solche Drüsen hat man bei verschiedenen Krustaceen gefunden und sie als Speicheldrüsen gedeutet, obwohl die Abwesenheit der Speicheldrüsen bei Krustaceen seit jeher als allgemeines Merkmal angesehen worden war; ich nenne nur die Arbeiten von Dohrn[1]), Haller[2]), Claus[3]) und Huet[4]), die das Vorhandensein der Drüse bei verschiedenen Edriophthalmen, meist im Umkreise des Oesophagus, konstatieren. Dasselbe hat Huet fast ausnahmslos bei allen Isopoden festgestellt („Glandes Salivaires"). — Was die Struktur dieser Rosetten betrifft, so nehmen alle Autoren an, dafs sie richtige acinöse Drüsen mit einem zentralen Ausführungsgang sind, welch letzterer sich meist mit seinen Nachbargängen zu einem gemeinsamen Gang vereinigt. Huet geht sogar so weit, dafs er die kleinen Zellen, die an der Aufsenseite der grofsen Drüsenzellen angeklebt erscheinen, als Ersatzzellen, analog denjenigen der Speicheldrüsen der Vertebraten, betrachtet.

Ide, der die einzelligen, wie auch diese Rosettendrüsen, einer sehr genauen cytologisch-histologischen Untersuchung unterzogen hat, fafst kurz das Resultat über das Rosettenorgan in folgenden Worten zusammen: „les glandes en rosettes ne sont donc pas des acinis glandulaires ordinaires, ce sont des pseudo-acinis. Chaque paire de cellules, ou peu s'en faut, y possède un canal excréteur propre et, chez *l'Asellus* et la *Vibilia,* nous avons constaté la présence de canalicules intraplasmatiques . . .[5]) Ide ist der letzte Autor, der seine Angaben über die Drüsen von Isopoden veröffentlicht hat.

Im allgemeinen kann ich die trefflichen Untersuchungen von Ide bestätigen, sie im wesentlichen nur durch Angaben

[1]) Dohrn, Entwickl. und Organ. von Praniza (Anceus) max. Z. f. w. Z. XX. 1867.

[2]) Haller, Beitr. zur Kenntnis der Naturgeschichte der Caprellen. Z. f. w. Z. XXXI. 1878.

[3]) Claus, Die Organisation der Phronima, Arb. aus dem zoolog. Institut zu Wien, II, 79 und andere Arbeiten.

[4]) Huet, Nouvelles recherches etc.

[5]) Ide, Glandes cutanées etc., S. 18.

über den Verbreitungsbezirk der einzelligen Drüsen und der Rosettenorgane erweitern. Zunächst werde ich jedoch versuchen, den Nachweis zu führen, dafs die Zenkerschen Organe nichts anderes als modifizierte Hautdrüsen sind, die ihre Homologa in den einzelligen Drüsen der Landformen besitzen.

Die Zenkerschen Organe als modifizierte Hautdrüsen.

Was unter den Zenkerschen Organen gemeint ist, wurde bereits in der historischen Übersicht angegeben. Dafs sie als „nierenartige Absonderungsorgane" aufgefafst und in der Tat als solche zu betrachten sind (Zenker, Leydig, Weber, Claus, Rosenstadt, Némec) wurde ebenfalls erwähnt. Bezüglich der anatomisch-histologischen Beschaffenheit hat nach meinem Dafürhalten zuerst Némec das Richtige getroffen. Er stellte fest, dafs die Zenkerschen Organe „von ungemein grofsen, gänzlich von Harnkonkrementen gefüllten Zellen gebildet werden". Schon das unbewaffnete Auge erkennt ihre Zusammensetzung aus einzelnen Kügelchen, davon jedes nichts anderes, als eine einzelne Zelle vorstellt. Irgend welche Verbindung zwischen jenen Zellen besteht niemals. Die Beobachtung Zenkers, „die Flecke (= einzelne Zellen) verbinden sich miteinander zu einer fortlaufenden Röhre", und weiter, „endlich wird auch noch eine kurze Röhre mit dieser weifsen Masse erfüllt, gleichsam injiziert, die aus der Mitte des Schlauches in die Gegend der Geschlechtsöffnung führt"[1]) — eine Beobachtung, die ohne jedwede Prüfung in Bronns „Klassen und Ordnungen des Tierreiches"[2]) aufgenommen worden ist, — entspricht nicht den Tatsachen. Denn weder im Leben, noch auf mikroskopischen Schnitten, auch nicht an solchen von älteren Tieren, lassen die „Flecke" eine Verbindung zu einer fortlaufenden Röhre erkennen. Sie sind solide Zellen, die bei jugendlichen Individuen natürlich kleiner

[1]) Zenker, Über *Asellus aquaticus* in Archiv für Naturgeschichte. 1854. S. 106.

[2]) Bronn, Klassen des Tierreiches, 5 II. I. Isopoda, Amphipoda, S. 76.

erscheinen, die aber ständig Harnkonkremente in sich aufnehmen und mit vorrückendem Alter an Gröfse erheblich zunehmen bis sie bei vollwüchsigen Tieren von der weifsen Masse vollständig angefüllt werden. Die Zellen werden von einer Pigmentschicht umhüllt. Da sie, wie gesagt, mit der Aufsenwelt nicht in irgend welcher Kommunikation stehen, so vermögen sie sich nicht der stickstoffhaltigen Endprodukte zu entledigen. Es handelt sich blofs um eine Aufspeicherung, die gerade hier am besten ermöglicht wird, da an dieser Stelle eine rege Blutzirkulation und demnach eine hohe Blutstauung stattfindet (Fig 19 *Blk*) Durch die angesammelten Harnkonkretionen wird das Cytoplasma gänzlich zurückgedrängt. Nach dem Auflösen der Konkremente, wie Némec zuerst beobachtet hat, gewahrt man nämlich ein äufserst zartes, kaum wahrnehmbares Netz des eigentlichen Zellinhaltes und den feinkörnigen, unregelmäfsigen Kern, welch letzterer aber zeitlebens persistiert. Die gekörnten Kerne sind sehr selten kugelig, meist plattgedrückt und mit verästelten Fortsätzen ausgestattet, ein Umstand, der offenbar auf die ununterbrochene Tätigkeit des Kerns hinweist. Auch kommen ihnen Kernkörperchen und sowohl kleine wie gröfsere Vacuolen zu (Fig. 19 *K* und *v*).

Némec homologisiert diese eigentümlichen Exkretionszellen mit ähnlichen Gebilden, „welche bei *Anisopoden, Amphipoden, Myriopoden* und *Insekten* im Pericardialbindegewebe in verschiedener Anordnung aufgefunden werden.“ [1])

Bevor wir diese Frage erörtern, dürfte es angezeigt sein, nach homologen Bildungen an den den Wasserasseln am nächsten stehenden Landisopoden Umschau zu halten.

Aus der Bearbeitung der Isopoden in Bronns „Klassen und Ordnungen“ ersehe ich, dafs die an entsprechenden Stellen des Körpers von *Oniscinen* vorkommenden Drüsen von N. Wagner „mit den kreideweifsen Organen des *Asellus aquaticus* — offenbar mit unrecht“ — verglichen worden sind. „Dieselben werden von dem genannten Beobachter nur nebenbei bei Beschreibung des Herzens und der aus dem hinteren Teil desselben hervorgehenden Gefäfse

[1]) Némec, Studie o Isop. a. a. O. Deutsch. Résumé, S. 45.

erwähnt . . ."[1]) Ich werde versuchen zu zeigen, dafs dieser nebenbei erwähnte Vergleich wenigstens nicht „mit unrecht" gemacht worden ist.

Bei *Platyarthrus Hoffm.* findet man ganz konstant in den drei letzten Thorakalsegmenten (5. 6. und 7.) beiderseits seitlich von den Ansatzstellen der Beine je eine grofse Zelle, die dem Anschein nach als einzellige Hautdrüse zu be-

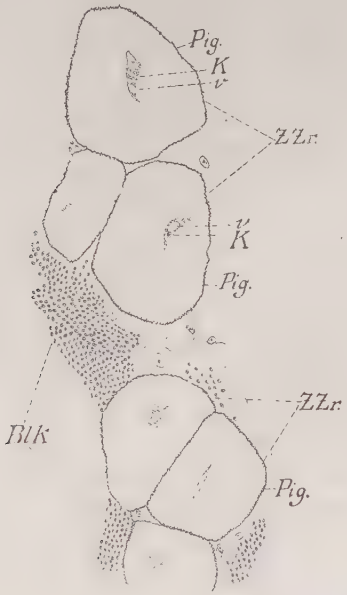

Fig. 19. Sagittallängsschnitt durch den Anfangsteil der Zenkerschen Drüsen (*ZZr.*) von *Asellus aquaticus*. *K* = Unregelmäfsige Kerne mit *v* = Vacuolen. *Blk* = Blutkörperchen, *Pig.* = Pigmentschicht.

trachten ist. Die Abbildung Fig. 20a bei schwacher Vergröfserung veranschaulicht einen Längsschnitt durch den seitlichen Teil des sechsten Thorakalsegmentes, wo die Drüse (*Zr.*) gelegen ist. Fig. 20b stellt dieselbe Drüse bei stärkerer Vergröfserung dar. Es handelt sich hier also um eine Zelle, die trotz hie und da an ihrer Oberfläche wahrnehmbarer leichter Einschnürungen fast kugelig erscheint

[1]) Bronn, Klassen des Tierreichs, 5. II. I. Isopoda, Amph., S. 76.

und von den sie umgebenden Gewebszellen durch ihre Gröfse und schwach diffuse Färbung sich scharf abhebt. Ihr Cytoplasma weist eine Netzstruktur auf, die sich nur ganz schwach färben läfst. In ihm liegt exzentrisch der grofse grobkörnige mit einem Kernkörperchen versehene Kern von unregelmäfsigen Konturen. Die Zellen lassen keine Kommunikation mit der Aufsenwelt erkennen.

Aufser diesen drei Zellen des Pereion findet man noch drei andere, ebenfalls konstante Zellen, die in den Pleonsegmenten, dorsalwärts vom Darm und den Leberschläuchen gelegen sind und die nach ihrer Form und Struktur, sowie nach ihrer cytologischen und mikrochemischen Beschaffenheit vollständig mit den Pereionzellen identisch erscheinen. Es sei noch erwähnt, dafs auch diese Zellen keine Ausführungsgänge besitzen.

Diesen drei Pleonzellen folgen weiter nach hinten zu noch Zellen, die die Seitenränder des hintersten Teiles des Körpers fast ausfüllen und bis an die Schwanzgriffelspitzen reichen. Sie zeichnen sich, wie diejenigen von *Porcellio* und *Oniscus* überhaupt, durch ihre intensive Färbung mit allen Färbemitteln aus, ein Umstand, der gerade für die nähere Untersuchung dieser Zellen sehr nachteilig ist. Ab und zu trifft man indessen, besonders in den Schwanzgriffeln, einige, die nicht so intensiv wie die übrigen, oder nur teilweise gefärbt sind und deshalb einer Analyse leichter zugänglich sind. Es handelt sich um gelappte Zellen, wie sie bei *Porcellio* und *Oniscus* allgemein verbreitet sind. Dafs sich solche gelappte Zellen mit ihren mehr oder weniger langen Ausführungsgängen in allen Segmenten bei *Porcellio* und bei *Oniscus* von den letzten Segmenten an vorfinden, wurde oben schon angedeutet. Es sei noch hervorgehoben, dafs in den letzten Thorakal- und den folgenden Pleonsegmenten zwischen und neben den gelappten Zellen noch kugelige, drüsige Zellen existieren, die entweder gar keine oder sehr geringe Einschnürungen aufweisen.

Der Vollständigkeit halber bemerke ich noch, dafs es aufser diesen eigentümlichen einzelligen Drüsen bei allen drei Formen noch vereinzelte oder „zusammengesetzte“ drüsige Zellen gibt, die sich vorwiegend im vorderen Teile

jedes Thorakalsegmentes speziell vor der Ansatzstelle der Beine befinden, die, wie mir scheint, keine ausführenden Kanäle aufweisen. Bei *Platyarthrus* finde ich paarige oder rosettenförmige Hautdrüsen vom vierten Segment an nach vorn, die in der dorsalen Hypodermis oder in derjenigen der Segmentgrenzen gelegen sind.

Was lehrt nun das Vorhandensein solcher Drüsenzellen, vor allem dasjenige der in der hinteren Hälfte von *Asellus* (die Zenkerschen Organe) und *Platyarthrus* befindlichen Kugelzellen, sowie dasjenige der gelappten von *Porcellio*

Fig. 20 a. Längsschnitt durch das 6. Segment von *Platyarthrus Hoffm.*
Zr. = Einzellige Drüse.
Fig. 20 b. Die Drüse bei stärkerer Vergrößerung

und *Oniscus?* Sind sie etwa verschiedener Herkunft, oder stellen sie nur Modifikationen derselben Hautdrüsen dar? Ich glaube doch, daſs sie homologe Gebilde sind. Zu dieser Homologisierung ist man berechtigt, wenn man berücksichtigt, daſs es sich meist um einzellige Drüsen handelt, die fast demselben Verbreitungsbezirk, nämlich der hinteren Hälfte des Körpers, angehören. Daſs sie aber auch nach vorn bis zum Kopf vorrücken können, lehrt uns das Beispiel von *Porcellio,* wo alle Segmente solche drüsigen Zellen aufweisen. Selbst bei *Asellus aquaticus,* wo die Zenkerschen Organe augenscheinlich eine konstante Lage besitzen, treten zuweilen sogar auch in den vordersten Segmenten solche Zellen auf. Ich habe nämlich gelegentlich bei drei lebenden

Asellus-Exemplaren zwischen Kopf und dem ersten Segment und diesem und dem zweiten Segment Zenkersche Drüsen beobachtet, woraus hervorgeht, dafs diese Zellen nicht ausschliefslich im „Perikardialbindegewebe“ aufgefunden werden. — Ich betrachte also die Zenkerschen Drüsen von *Asellus* und die genannten Hautdrüsen von *Platyarthrus, Porcellio* und *Oniscus* als homologe Gebilde, die bei *Asellus* als „Absonderungsorgane“ funktionieren, indem sie Harnkonkremente in sich aufnehmen, bei *Platyarthrus* noch die kugelige Gestalt wahren, und bei *Porcellio* und *Oniscus* unter Änderung ihrer Gestalt, einen Funktionswechsel erfuhren.

Die Urostyldrüsen.

Ide hat die von ihm als „Urostyldrüsen“ bezeichneten Gebilde recht eingehend bei *Oniscus asellus* untersucht. Da diese Drüsen bei sämtlichen Formen, wo sie vorkommen, nach demselben Typus gebaut zu sein scheinen, so habe ich den trefflichen Angaben Ides nicht viel Neues hinzuzufügen. Ich möchte nur ergänzen, dafs die Drüsen bei *Plat. Hoffm.* die Appendixglieder ganz und gar ausfüllen und bis zum vorletzten Segment des Pleon reichen, sodafs sie unmittelbar die Fortsetzung der vorhin erwähnten drei Kugelzellen bilden. Ich sagte schon dort, dafs diese Drüsenzellen sich mit allen Farbstoffen intensiv färben, wodurch ihre cytologische Untersuchung erschwert wird. Zwischen diesen homogen gefärbten „Massen“ trifft man aber hie und da Zellen, die zufälligerweise oder vielmehr aus irgend welchen inneren Gründen schwach gefärbt sind. An diesen günstigen Objekten läfst sich die lappige Gestalt unschwer erkennen. Ihre Kerne sind verhältnismäfsig klein, und stets mit einem sehr deutlichen Kernkörperchen versehen. Ob aber weiter die Zellen mit vier Kernen und einem Ausführungsgang ausgestattet sind, der am Appendix mündet, oder ob sie den ursprünglichen einkernigen Charakter besitzen, vermag ich leider nicht anzugeben, wenn ich auch das erstere für wahrscheinlich halte.

Bei *Porcellio* liegen die Verhältnisse viel günstiger. Hier scheinen die Drüsenzellen den Höhepunkt ihrer Aus-

bildung erreicht zu haben: sie sind grofs und schön gelappt, breit gestreckt, meistens tief eingeschnürt, mit zwei grofsen und zwei kleinen Kernen ausgestattet und mit einem cuticularen Ausführungsgang versehen. Dieses sind die allgemeinen Merkmale der „Urostyldrüsen".

Es ist vielleicht zweckmäfsig, die von Ide unter dem Namen „Urostyl"-Drüsen zusammengefafsten Zellen bei *Porcellio* in zwei Gruppen zu scheiden, nämlich in eigentliche Urostyldrüsen und in „Segmentdrüsen". Unter den ersteren würden wir die im Bereiche der Urostylen und bisweilen

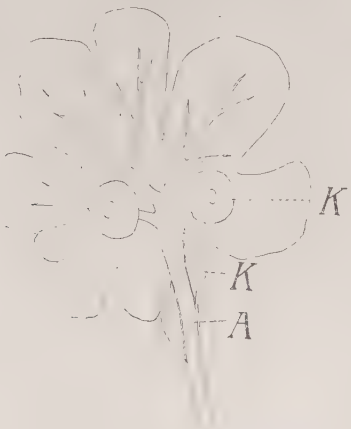

Fig. 21. Schema einer Segment- und Urostyldrüse mit 4 Kernen (*K*) und baumförmig verästeltem Ausführungsgang (*A*).

noch im letzten Segmente verbreiteten, unter den letzteren die im ersten bis vorletzten Segmente vorkommenden Zellen verstehen. Im Allgemeinen sind die in den letzten Segmenten und in den Urostylen selbst gelegenen Drüsen etwas gröfser, breiter und zahlreicher als diejenigen der vorderen, insbesondere der ersten Segmente.

Die Segmentdrüsen finden sich an den seitlichen Rändern jedes Segmentes. Es sind ansehnliche lappige Zellen, die in ihrem Cytoplasma zwei grofse, nebeneinander gestellte kugelige Kerne mit je einem Kernkörperchen aufweisen. Von dem zwischen diesen Kernen gelegenen protoplasmatischen Zwischenraume entspringen die mit cuticularer

Auskleidung versehenen zylindrischen Ausführungskanäle, die nach kurzem Verlauf an der Oberfläche der Epimeren oder an den seitlichen Rändern derselben ventralwärts, jeder getrennt nach aufsen münden. Den grofsen Kernen folgen dann noch zwei kleinere, seitlich abgeplattete, die am Anfangsteile des Ausführungsganges an beiden Seiten desselben alternierend angeheftet sind. Die Abbildung Fig. 21 repräsentiert ein Schema solcher Drüse.

Ihre feine Struktur enthüllt die Drüse erst bei stärkerer Vergrößserung: man sieht deutlich, dafs der Ausführungsgang im Zellplasma baumförmig verzweigt ist. Diese Zweige und Aste sind mit zarter cuticularer Auskleidung ausgestattete feine Sammelröhren, die das von dem Zelleibe secernierte Sekret in den etwas erweiterten Anfangsteil des Kanals befördern. Im Cytoplasma bemerkt man die beiden grofsen Kerne; der Kern selbst zeigt meist eine kreisförmige Anordnung von Körnchen, selten eine wabige Struktur. Die beiden kleinen Kerne sind fast gleich grofs, spärlich gekörnt und mit einer dünnen Protoplasmaschicht umhüllt, die wie die genauere Betrachtung lehrt, eine direkte Fortsetzung des Zellplasmas bildet. Die Drüse ist also im Besitze von vier Kernen, ein Verhalten, das von Weber und Huet nicht richtig erkannt, von Ide jedoch festgestellt worden ist. Das Cytoplasma selbst ist hell und durch äufserst feine Netzstruktur ausgezeichnet, welch letztere bei mäfsiger Vergrößserung granuliert erscheint.

Wenn auch die lappige Beschaffenheit und die ansehnliche Größse charakteristisch für die Drüsen sind, so mag doch immerhin betont werden, dafs auch Zellen von abweichender Form und geringerer Größse auftreten, was übrigens Ide auch schon beobachtet hatte. Es sei noch bemerkt, dafs die Drüsenzellen vom Blut umspült werden, welches in die tiefen Einschnürungen der Lappen hineindringt.

Den Segmentdrüsen folgen dann die eigentlichen „Urostyldrüsen“. Aufser in den ersten zwei Pleonsegmenten, die durch die seitlichen Flügel des siebenten Thorakalsegmentes zusammengedrückt werden, sind die Drüsen in allen übrigen Pleonsegmenten reichlich verbreitet.

Die Urostylglieder füllen sie völlig aus. Diese Drüsen färben sich, wie bereits gesagt, im allgemeinen sehr intensiv und zeigen die meisten Formverschiedenheiten. Es sind im grofsen und ganzen schöne, prächtig entfaltete Zellen, deren Plasma tiefe Einschnürungen, grofse Lappen oder sternförmige Verzweigungen aufweist. Doch kommen auch kleinere Zellen mit wenigen Einschnürungen vor, sowie auch solche, deren Zelleib in zwei verzweigte mittels einer protoplasmatischen Bindebrücke zusammenhängende Teile zerlegt ist. Die charakteristischen vier Kerne fehlen hier auch nicht. Die Ausführungsgänge sind hier besonders lang. Das Cytoplasma selbst zeigt entweder eine zarte Netzstruktur, die besonders bei den schwach gefärbten Zellen hervortritt, oder eine starke Granulation, wie sie die intensiv gefärbten Zellen aufweisen. Diese intensive Färbung wird entschieden durch das Sekret bedingt. Die Ausführungskanäle nämlich, die mit einer homogenen Sekretmasse erfüllt sind, weisen dieselbe intensive Färbung auf, wie die meisten secernierenden Zellen. Die hie und da auftretenden schwach gefärbten Zellen haben offenbar das Sekret ausgeschieden und zeigen die zarte Netzstruktur des Plasmas. Dies dürfte die Ursache der Verschiedenheit der bei den Urostyldrüsen vorkommenden zwei Varietäten sein, für die Ide keine Erklärung anzugeben wufste.[1])

Die ausgiebige sekretorische Tätigkeit der Urostyldrüsen ist sicher von hohem physiologischen Wert. Nebeski[2]) äufsert sich über die Bedeutung der Hautdrüsen der *Orchestia* folgendermafsen: „Vielleicht dient das Sekret . . . dazu, allzu rasche Verdunstung hintanzuhalten und besonders die Kiemen vor Austrocknung zu bewahren, indem es dieselben als schützende Schicht überzieht".[3]) Weber hat sich vollständig dieser Ansicht angeschlossen. Für ihn bildet das Sekret „eine zähe, im Wasser unlösliche Schicht namentlich um das dünnhäutige Pleon und dessen Anhänge, unter denen an

[1]) „Les deux variétés se retrouvent entremêlées dans chaque urostyle, sans qu'il soit possible d'assigner une cause à cette différence". Ide, Gl. cut., S. 12.

[2]) Nebeski, Beiträge zur Kenntnis der Amphipoden der Adria, 1880.

[3]) Ebenda, S. 11.

erster Stelle die Kiemen zu nennen sind, welche die Hautdecke vor Verdunstung beschützt ohne deren Beweglichkeit zu beeinträchtigen". Zu Gunsten dieser Ansicht dürfte sprechen, dafs die Drüsen vor allem an dem kiementragenden Teil des Körpers entwickelt sind und hier zum Teil ihr Sekret auf die Unterseite des Körpers ergiefsen.[1]) Es ist auch sehr wohl denkbar, dafs das an den Appendixgliedern ausgeschiedene Sekret infolge deren freier Beweglichkeit leicht zu den Kiemen gelangen kann.

Die Rosettendrüsen.

Eine besonders hoch differenzierte Form der Hautdrüsen repräsentieren jene Zellkomplexe, die ihrer Anordnung wegen „Rosettendrüsen" genannt werden. Es handelt sich um zahlreiche gröfsere oder kleinere keilförmige Zellen, die rosettenförmig um ein Zentrum angeordnet sind. Die keilförmige Gestalt der Zellen tritt besonders dann zu tage, wenn die Zellen, vielleicht durch Einwirkung der Konservierungsflüssigkeiten, zusammengezogen und voneinander getrennt erscheinen. Dafs diese eigentümlichen Drüsenkomplexe bei verschiedensten Krustaceengruppen und nach Huets Bericht bei den Isopoden ausnahmslos vorkommen, wurde bereits oben mitgeteilt. Ihren pseudoacinösen Charakter hat zuerst Ide festgestellt.

Ihre Zahl und Gröfse, auch von Ide erkannt, schwankt bei den Krustaceen. Die weitaus gröfsten, mächtig entfaltete, aber nicht gerade zahlreiche Drüsen besitzen die gemeinen Wasserasseln. Hier sind nämlich nur vier ausgebildet: zwei „von birnförmiger Gestalt" (Rosenstadt) befinden sich am Hinterrande der Oberlippe (Fig. 24) und zwei, noch umfangreichere, in den ersten Maxillen selbst (Fig. 22). Das letzte Paar von Drüsen ist zuerst von Ide beschrieben, aber irrigerweise in die Mandibeln verlegt worden.[2]) Im grofsen und ganzen stellt diese Maxillar-

[1]) Weber, Anatomisches über Trichonisc. Archiv für mikroskopische Anatomie, S. 607—608.

[2]) „Deux rosettes un peu plus grandes dans deux pièces mandibulaires", S. 17.

rosette von *Asellus* ein mächtiges Organ vor, welches nach bisherigen Angaben noch bei keinem Kruster in ähnlicher Gröfse beobachtet worden ist. Sie allein füllt fast den ganzen mittleren und basalen Abschnitt der Maxille aus,

Fig. 22. Längsschnitt durch die 1. Maxille von *Asellus aquaticus*. Die Rosettendrüse mit ihrem Ausführungsgange (*Ag*). *CK* = Zentralkern. *BK* = Bindegewebskerne.

indem sie von der Basis der letzteren und sogar von dem hinteren Teil der Mandibel anfangend in die Maxille hereinwächst und sie bis zu dreiviertel ihrer Länge durchzieht. Die ganze Drüse setzt sich aus ungefähr zwanzig grofsen Zellen zusammen, deren ovale Kerne ebenfalls grofs und

meist mit einem exzentrisch gelegenen Kernkörperchen ausgestattet sind. Charakteristisch für alle Rosettendrüsen ist es, dafs die Zellen zwei wohl geschiedene Zonen aufweisen, nämlich eine äufsere dunklere, in die stets die Zellkerne zu liegen kommen, und eine innere hellere. Bei stärkeren Vergröfserungen nimmt man wahr, dafs im Zentrum der Rosette einige Lumina von Kanälchen mit chitinösen Wandungen auftreten. Die Zahl dieser Lumina ist stets geringer (Ide) als diejenige der die Drüse zusammensetzenden Zellen, sodafs offenbar nicht jede Zelle mit einem Kanälchen ausgestattet ist. Die genaue Zahl festzustellen ist aufserordentlich schwer und bei Landformen fast unmöglich.

Die verhältnismäfsig grofse Maxillarrosette von *Asellus* läfst einen etwas tieferen Einblick zu. Ich habe bei stärkerer Vergröfserung vier unmittelbar aufeinander folgende Schnitte durch diese Drüse abgebildet (Fig. 22 und 23 a—c). Fig. 22 gibt eine topographische Übersicht, die sonstigen Schnitte zeigen nur das Drüsenzentrum. In der Mitte von Fig. 22 liegt ein verhältnismäfsig kleiner, ovaler Kern: der ausnahmslos bei allen Rosettendrüsen vorkommende Zentral- oder Kanalkern (*CK*). Aufserdem bemerkt man kleinere, zwischen den Zellen gelegene rundliche Kerne (*BK*), die offenbar dem umgebenden Bindegewebe angehören. Das Bindegewebe drängt sich demnach zwischen die Drüsenzellen und verleiht ihnen nach Ide einen pseudo-acinösen Charakter. Die folgenden Abbildungen Fig. 23 a—c zeigen schon die Lumina der Zellkanälchen, und zwar eines (*L*) in Fig. 23a neben dem Zentralkern (*CK*), mehrere dagegen in den darauf folgenden Schnitten (b und c). Alle scheinen mit einer ansehnlichen Cuticularauskleidung versehen zu sein. Man sieht weiter, dass alle diese Lumina nach dem Zentrum der Drüse hinneigen, um dort zusammenzufliefsen und schliefslich in den ampullenförmig erweiterten Vorderabschnitt des Ausführungsganges (*Amp Ag;* die Ampulle ist besonders schön bei c zu sehen) überzugehen.

Der Nachweis dieses Ausführungsganges hat nicht wenig Mühe und Zeit gekostet. Ide, der seine Aufmerksamkeit vorwiegend auf die intracellulären Kanäle der Hautdrüsen

gelenkt hat, tut seiner nicht Erwähnung. Es handelt sich um einen ziemlich langen cuticularen Gang, dessen Vorhandensein bei der ansehnlichen Größe der Drüse wohl vorauszusetzen war. In der Abbildung Fig. 22 (*Ag.*) ist er auf einer ziemlich langen Strecke getroffen. Auf den

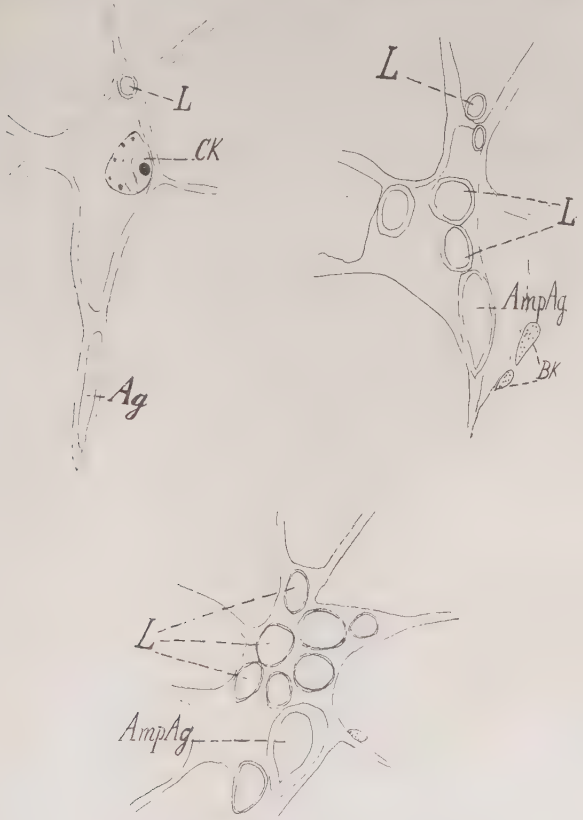

Fig. 23 a—c. Drei aufeinander folgende Längsschnitte durch das Zentrum der Rosette von *Asellus aquaticus*.

folgenden Fig. 23 a—c sieht man, wie er gegen die Mitte der Drüse zu sich ampullenförmig erweitert. Hier liegt, etwas exzentrisch, der Zentralkern, der seit jeher dem Ausführungsgange zugeschrieben worden ist. — Weiter unten verstreicht der Gang nach der Seite der Maxille, um vor ihrer Spitze nach aufsen auszumünden.

Was das Cytoplasma anbelangt, so ist es im allgemeinen aufserordentlich stark vacuolisiert (*v*), dies trifft meist auch für die grofsen, grobkörnigen Kerne zu. Die Vacuolen sind von recht verschiedener Gröfse und können das Cytoplasma ganz zurückdrängen. Das letztere weist meistens eine wabige Struktur auf, wie dies besonders schön in der mittleren helleren Zone der Zellen hervortritt.

Das über die Maxillarrosette Gesagte trifft auch für die am hinteren Ende der Oberlippe befindlichen Drüsenrosetten zu. Die Abbildung Fig. 24 veranschaulicht im Längsschnitt bei mäfsiger Vergröfserung die Lagerung der Drüse in der Oberlippe. Die Drüsenzellen, die hier etwas kleiner sind als dort, weisen in ihrer Plasmamasse feine cuticulare Kanälchen auf. Die feinen Ausführungsgänge beginnen auch hier mit einer ampullenförmigen Erweiterung und münden nach einem ziemlich langen Verlauf nahe dem vorderen Ende der Oberlippe ventralwärts (Fig. 24) aus.

Während die umfänglichen Rosettendrüsen bei *Asellus aquaticus* nur in der Vierzahl auftreten, scheinen sie bei Landformen (*Porcellio, Oniscus* und *Platyarthrus*) in gröfserer Zahl ausgebildet zu sein. Die Drüsen sind hier kleiner und nicht nur auf den Umkreis des Oesophagus beschränkt, wie Huet meinte, oder auf die Gegend des Mundes und der „Mandibeln", wie Ide angibt, sondern im ganzen Kopfsegment mit seinen Anhängseln nachweisbar. Besonders deutlich tritt dies bei den *Porcelliiden* hervor. Man findet sie hier an den seitlichen Rändern des Vorderkopfes von den Augen an bis zur Basis der Antennen und gegen die Stirnfläche (Fig. 25). Sie umkreisen dann den Oesophagus und verbreiten sich schliefslich unterhalb der unteren Schlundganglien ventralwärts in die Basalgegend der Mundwerkzeuge (Fig. 26). Endlich finden sich Rosetten in den Mundwerkzeugen selbst, vor allem in gröfserer Anzahl in den Maxillipeden und zwar besonders in deren Basalteilen (Fig. 27 *Mx''*, *Mxp*). Merkwürdigerweise treten sie auch in den Antennen, wo sie am wenigsten zu erwarten sind, auf: die basalen Geifselglieder der Antennen enthalten nämlich einige Rosetten, die bei *Platyarthrus* die bekannte Form aufweisen, bei *Porcellio* aber insofern etwas ab-

weichend gestaltet sind, als sie sich polyëdrisch aneinander drängen.

Fig. 24. Sagittallängsschnitt durch die Oberlippe von *Asellus aquaticus*. Die Oberlippenrosette mit ihrem Ausführungsgang. Der vordere Teil aus einigen Schnitten konstruiert.

Fig. 25. Die an der Basis der Antenne (*An*) und der Stirn gelegenen Rosetten von *Porcillio*. Längsschnitt.

Durch die Kleinheit der Rosetten und ihre gedrängte Gruppierung ist die histologische Untersuchung sehr erschwert: das Cytoplasma erscheint fein granuliert und bei

den etwas gröfseren Rosetten, (*Porcellio*) auch stark vacuolisiert. Diese letzte Erscheinung steht überhaupt mit der

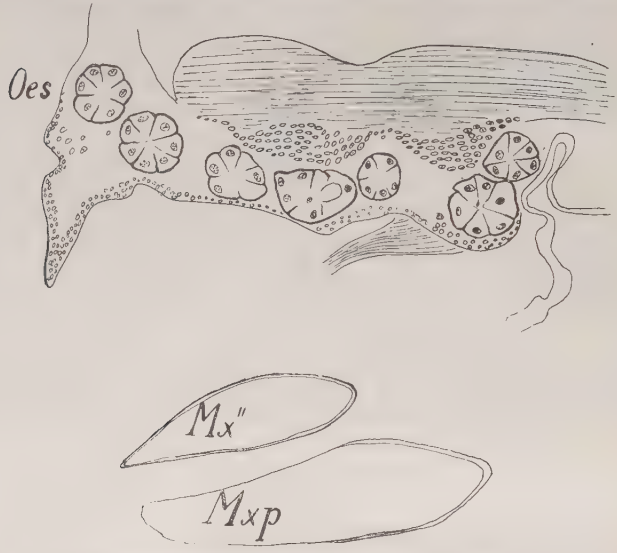

Fig. 26. Die unterhalb der Schlund- und Bauchganglien gelegenen Rosetten von *Porcellio*. *Oes* = Oesophagus, *Mx"* = 2. Maxille, *Mxp* = Maxillarfufs.

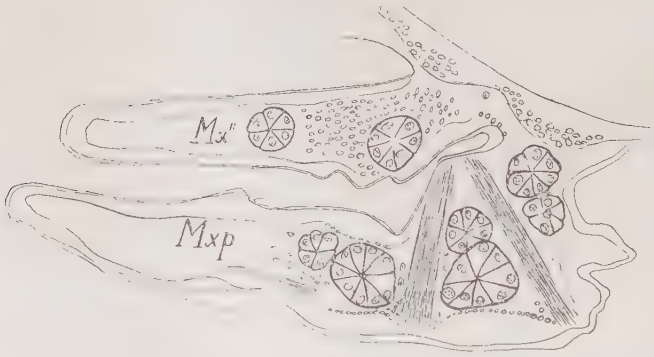

Fig. 27. Die in der 2. Maxille (*Mx"*) und dem Maxillarfufs (*Mxp*) von *Porcellio* gelegenen Rosetten. Nach einigen Längsschnitten.

Gröfse der Drüsen in Zusammenhang. Aufser dem zentralen Kern, der auch hier nicht fehlt, und den im Zentrum der Rosetten gelegenen, mit feiner Cuticula ausgekleideten engen

Lumina, gewahrt man keine weiteren Strukturen; von den intracellulären Kanälchen sieht man nichts. Ebensowenig vermochte ich die Ausführungsgänge der zahlreichen Rosettenpakete zu verfolgen und die Frage zu entscheiden, ob die von verschiedenen Rosetten ausgehenden Kanäle zu einem gemeinsamen Ausführungsgang sich vereinigen, wie das allgemein fast von allen Autoren für die „Rosettendrüsen" angenommen wird, oder ob jede Rosette für sich allein nach aufsen ausmündet. Die aufserordentliche Feinheit der Gänge erschwert halt in diesem Falle ganz erheblich die Untersuchung.

Soviel jedoch steht sicher, dafs diese Landisopoden mit einer überraschend reichen Zahl von Rosettendrüsen ausgestattet sind, die, wie allgemein angenommen wird, als Speicheldrüsen funktionieren.

Wenn ich zum Schlusse die Resultate meiner Untersuchungen über die Hautdrüsen kurz zusammenfasse, so ergibt es sich zunächst, dafs die Landformen der Isopoden im Besitze zahlreicher ein- und vielzelliger Hautdrüsen sind. Die sogenannten Zenkerschen Organe von Wasserasseln repräsentieren nichts anderes, als eine Modifikation der einzelligen Hautdrüsen, die hier im Dienste der Exkretion stehen. Bei Landformen haben sie einen Funktionswechsel erfahren, indem sie als Drüsen tätig sind und ihre Sekrete durch die neu erworbenen Cuticularkanäle nach aufsen befördern. Rosettenartige Zellgruppen treten in grofser Menge auf; ihr Zellkörper zerfällt in zwei Teile; nämlich in einen äufseren dunkleren und einen inneren helleren, in dem die intracellularen Kanäle auftreten. Sie finden sich vorwiegend in der Mundgegend und in den Mundwerkzeugen und scheinen als Speicheldrüsen zu funktionieren, indem sie ihr Sekret durch Ausführungsgänge der aufgenommenen Nahrung beimischen.

Zum Schlufs bleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinen herzlichsten Dank in erster Linie meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Chun auszusprechen, nicht nur für sein Interesse für diese Arbeit und die guten Ratschläge,

die er mir zu Teil werden liefs, sondern auch für das äufserst liebenswürdige und freundliche Entgegenkommen, das ich in seinem Institute während meiner ganzen Studienzeit gefunden habe. Das Gefühl der Dankbarkeit ist um so gröfser, als ich meine Hinneigung zum Studium der Zoologie zum gröfsten Teile den genufsvollen Anregungen seiner anziehenden Vorträge verdanke! Zu nicht minderem Danke bin ich Herrn Prof. zur Strassen verpflichtet, dessen geschickte Hand diese Arbeit geleitet hat und der mir stets in jeder Beziehung ein unerläfslicher Ratgeber war. Herrn Prof. Woltereck spreche ich für mancherlei gute Ratschläge ebenfalls meinen verbindlichsten Dank aus.

Vita.

Ich, Awetik Ter-Poghossian, armenisch-gregorianischer Konfession, bin am 3. Januar 1880, als Sohn eines armenischen Bauern im Dorfe Wardablur (Gouvern. Tiflis) geboren. Meinen ersten Unterricht genofs ich in der Dorfschule meiner Heimat, dann in Tiflis in einer städtischen Elementarschule. Nachher trat ich in das armenische Nersissian-Seminar zu Tiflis ein, aus dessen 3. Klasse ich im Januar 1895 in die Etchmiadzinische Geworkian Akademie versetzt wurde. Nach der Absolvierung des Seminarialteils dieser Akademie trat ich 1898 in die eigentliche Fachabteilung der Akademie ein, die ich im Jahre 1901 absolviert hatte. Während der beiden darauf folgenden Jahre bin ich als Aufseher derselben Akademie und als Lehrer der niederen Klassen des Seminarteils derselben tätig gewesen. Im Anfang des Wintersemesters 1903 kam ich nach Deutschland und wurde als stud. rer. nat. in der Marburger Universität immatrikuliert. Im nächsten Sommersemester zog ich nach Leipzig, liefs mich erst, da ich früher die Absicht hatte Landwirtschaft zu studieren, als stud. oec., bald darauf aber als stud. rer. nat. immatrikulieren. Seit der Zeit habe ich mich dem Studium der biologischen Wissenschaften, speziell demjenigen der Zoologie, gewidmet.

Ich hörte die Vorlesungen der Herren Professoren: Beckmann, Bücher, Chun, Correns, Credner, Garten, Hantzsch, Kaestner, Kirchner, Korschelt-Marburg, Pfeffer, Rabl, Sieveking-Marburg, Simroth, zur Strafsen, Strecker, Volkelt, Weifs-Marburg, Wiener, Woltereck und Wundt. Weiter habe ich gearbeitet in den Instituten der Herren Beckmann (Chemie), Chun (Zoologie) und Pfeffer (Botanik) und an zahlreichen wissenschaftlichen Exkursionen teilgenommen.

Allen meinen Herren Lehrern spreche ich für ihre Anregungen den herzlichsten Dank aus!